



Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie
GmbH

ENDBERICHT

Kurzexpertise zur ländervergleichenden Analyse unterschiedlicher infrastruktureller und energiewirtschaftlicher Voraussetzungen zur Nutzung dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung

**Studie im Auftrag
des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Energie (MWME)**

Projektleitung:
Dipl.-Ing. Dietmar Schüwer

Bearbeitung:
Dipl.-Geogr. Johannes Venjakob

Wuppertal,
11. September 2007

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
Döppersberg 19
42103 Wuppertal
Tel.: 0202 / 2492-288
Fax: 0202 / 2492-198
E-Mail: Dietmar.Schuewer@wupperinst.org

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	5
2	FERN- UND NAHWÄRME IN DEUTSCHLAND	9
2.1	STATUS QUO UND ZEITLICHE ENTWICKLUNG BISHER.....	9
2.2	NETZSEITIGE ENTWICKLUNG	12
2.3	VERGLEICHENDE BETRACHTUNG DER ENTWICKLUNGSTENDENZEN IN DEN NACHBARLÄNDERN.....	13
2.3.1	<i>Allgemeine Tendenzen in Europa</i>	<i>13</i>
2.3.1.1	Marktanteile und Produktion von Fernwärme	13
2.3.1.2	Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	14
2.3.1.3	Brennstoffe	15
2.3.1.4	Tarifstruktur und Wettbewerb	15
2.3.1.5	Politik und Steuern	16
3	KWK-VORREITER IN EUROPA – LÄNDERPROFILE VON DÄNEMARK UND DEN NIEDERLANDEN.....	19
3.1	DÄNEMARK	19
3.2	NIEDERLANDE.....	25
4	ERGEBNISSE DER LÄNDERANALYSEN UND ÜBERTRAGBARKEIT AUF DEUTSCHLAND..	31
5	ERGEBNISSE DER EXPERTENINTERVIEWS	38
5.1	EXPERTEN AUS DEUTSCHLAND.....	39
5.1.1	<i>Hemmnisse beim KWK-Ausbau in Deutschland</i>	<i>39</i>
5.1.2	<i>Fördernde Faktoren beim Ausbau der KWK in D, DK, NL</i>	<i>43</i>
5.1.3	<i>Bremser</i>	<i>44</i>
5.1.4	<i>Treiber</i>	<i>45</i>
5.1.5	<i>Rahmenbedingungen.....</i>	<i>45</i>
5.1.5.1	Ist die unzureichende KWK-Entwicklung in erster Linie ein politisches, energiewirtschaftliches, technisches, ökonomisches oder sonstiges Problem?	45
5.1.5.2	Welche (politischen) Rahmenbedingungen müssten allgemein in Deutschland neu geschaffen bzw. erhaltenden werden, um die vorhandenen Potenziale möglichst weitgehend zu erschließen?	46
5.1.6	<i>Konkrete Maßnahmenempfehlungen zum Ausbau der KWK in D</i>	<i>47</i>
5.1.6.1	Welche Gesetze (EnWG, EEG, KWKG...) müssten in erster Linie geändert werden, um verbesserte Bedingungen für KWK zu erzielen?	49
5.1.6.2	Welche konkreten Förderinstrumente für KWK (z.B. Einspeisevergütung, verbindliche KWK-Quote, Steuererleichterung...) werden bevorzugt und warum?	49
5.1.6.3	Auf welcher Ebene (EU, Bund, Länder, Kommunen...) wäre eine Änderung der Rahmenbedingungen am wirkungsvollsten anzustreben?	49
5.1.7	<i>Erfahrungen aus dem Ausland.....</i>	<i>51</i>
5.1.7.1	Welche Politikmaßnahmen im Ausland (speziell Niederlande, Dänemark, Österreich, Finnland) haben sich bewährt bzw. haben zum Durchbruch der KWK beigetragen?	51
5.1.7.2	Welche dieser Maßnahmen sind auf Deutschland übertragbar, welche nicht?	52
5.2	EXPERTEN AUS DÄNEMARK	53
5.2.1	<i>Situation in Dänemark</i>	<i>53</i>
5.2.1.1	Treiber und Bremser	53
5.2.1.2	Größter fördernder Faktor für KWK in Dänemark.....	53
5.2.1.3	Konkrete Förderinstrumente für KWK	53
5.2.1.4	Entscheidende Politikmaßnahmen für Durchbruch der KWK	53
5.2.2	<i>Situation in Deutschland.....</i>	<i>53</i>
5.2.2.1	Haupthinderungsgründe für unzureichende KWK-Entwicklung in Deutschland	53
5.2.2.2	Übertragbarkeit der Maßnahmen auf Deutschland.....	54

5.2.2.3	Ist die unzureichende Umsetzung vorwiegend ein politisches, energiewirtschaftliches, technisches oder anderweitiges Problem?	54
5.2.2.4	Welche politischen Rahmenbedingungen wären für D erforderlich?	54
5.2.2.5	Konkrete Maßnahmenvorschläge	54
5.3	EXPERTEN AUS DEN NIEDERLANDEN	54
5.3.1	<i>Situation in den Niederlanden</i>	54
5.3.1.1	Treiber und Bremsen	54
5.3.1.2	Größter fördernder Faktor für KWK in den Niederlanden	55
5.3.1.3	Konkrete Förderinstrumente für KWK	55
5.3.1.4	Entscheidende Politikmaßnahmen für Durchbruch der KWK	55
5.3.2	<i>Situation in Deutschland</i>	55
5.3.2.1	Haupthinderungsgründe für unzureichende KWK-Entwicklung in Deutschland	55
5.3.2.2	Übertragbarkeit der Maßnahmen auf Deutschland	55
5.3.2.3	Ist die unzureichende Umsetzung vorwiegend ein politisches, energiewirtschaftliches, technisches oder anderweitiges Problem?	56
5.3.2.4	Welche politischen Rahmenbedingungen wären für D erforderlich?	56
5.3.2.5	Konkrete Maßnahmenvorschläge	56
5.4	EXPERTEN AUS SCHWEDEN (EXKURS)	56
6	ZUSAMMENFASSUNG	59
7	LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS	63
8	ANHANG	67
8.1	NATIONALE KWK-POTENZIALE IN DEUTSCHLAND	67
8.2	KWK UNTER DEN RAHMENBEDINGUNGEN EINER NACHHALTIGEN ENERGIEVERSORGUNG	68
8.3	EXKURS GESETZLICHE RAHMENBEDINGUNGEN FÜR KWK-ANLAGEN	70
8.4	KWK-HEMMNISANALYSEN AUS DER LITERATUR	72
8.5	LÄNDERDATEN FÜR DEUTSCHLAND, DÄNEMARK, NIEDERLANDE UND IEA-EUROPA	76
8.6	LEITFRAGEN FÜR EIN EXPERTEN-INTERVIEW ZUR LÄNDERVERGLEICHENDEN KWK-ANALYSE	79
8.7	GUIDING QUESTIONS FOR AN EXPERT INTERVIEW CONCERNING A CHP ANALYSIS OF DIFFERENT COUNTRIES	80

Tabellen

Tab. 1-1	Ranking der KWK-Stromanteile ausgewählter europäischer Länder	5
Tab. 4-1	Strukturdatenvergleich zwischen Deutschland, Dänemark und den Niederlanden	32
Tab. 4-2	Highlights (Erfolgsfaktoren) der KWK-Entwicklung in Dänemark und den Niederlanden	36

Abbildungen

Abb. 2-1	Anlagenbestand Biomasse(heiz)Kraftwerke in Deutschland - Stand März 2004	11
Abb. 2-2	Fernwärmeproduktion und Anteil der KWK in ausgewählten Nachbarländern	15
Abb. 3-1	Entwicklung des Primärenergiebedarfs in Dänemark 1973 bis 2030 nach Energieträgern	19
Abb. 3-2	Entwicklung der Endenergienachfrage in Dänemark 1973 bis 2030 nach Energieträgern	20

Abb. 3-3	Entwicklung der Endenergienachfrage in Dänemark 1973 bis 2030 nach Sektoren	21
Abb. 3-4	Entwicklung der Stromerzeugung in Dänemark 1973 bis 2030 nach Energieträgern _____	21
Abb. 3-5	Anteile von KWK-Strom und KWK-Fernwärme in Dänemark 1980 bis 2003 _____	22
Abb. 3-6	Primärenergieverbrauch in den Niederlanden 1973 bis 2020 nach Energieträgern	25
Abb. 3-7	Endenergieverbrauch in den Niederlanden 1973 bis 2020 nach Energieträgern _____	26
Abb. 3-8	Endenergieverbrauch in den Niederlanden 1973 bis 2020 nach Sektoren _____	26
Abb. 3-9	Stromerzeugung in den Niederlanden 1973 bis 2020 nach Energieträgern _____	27
Abb. 3-10	Entwicklung der KWK-Kapazität zwischen 1987 und 2003 (Industrielle KWK / Fernwärme / BHKW) _____	28
Abb. 4-1	Primärenergieverbrauch in IEA-Ländern (2004) _____	31
Abb. 4-2	Vergleich der zeitlichen Entwicklung der Energieintensität pro Geldeinheit in ausgewählten IEA-Ländern (1973 bis 2002) _____	31
Abb. 5-1	Entwicklung der Fernwärmenutzung in Schweden 1970 bis 2005 nach Sektoren _____	57
Abb. 5-2	Entwicklung der Fernwärmenutzung in Schweden 1970 bis 2005 nach Energieträgern _____	57
Abb. 6-1	Anteile von KWK-Strom und KWK-Fernwärme in Dänemark 1980 bis 2003 _____	59

1 Einleitung

In der 16. Sitzung des Ausschusses für Wirtschaft, Mittelstand und Energie wurde auf Antrag der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN der TOP 7 „Dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung anstelle fossiler Großkraftwerke“ behandelt. Im Laufe der Diskussion wurde auf den unterschiedlich hohen Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) an der Stromerzeugung in Deutschland im Vergleich zu den Niederlanden und Dänemark verwiesen.

Eine aktuelle Untersuchung im Auftrag des BMWi belegt, dass das wirtschaftliche Wärmepotenzial der KWK in Deutschland bisher nur etwa zur Hälfte und das Strompotenzial nur zu rund einem Drittel ausgeschöpft ist¹. Nach Angaben der Studie könnten in Deutschland etwa 32% des Nutzwärmeverbrauchs gedeckt und rund 57% der Bruttostromerzeugung mittels umweltschonender KWK bereitgestellt werden. Im Falle des Ausschöpfens dieser Potenziale würde daraus eine Primärenergieeinsparung von rund 170 TWh/a und eine Verminderung der CO₂-Emissionen um über 50 Mio. t/a resultieren². Grundsätzlich scheint damit in Deutschland ein KWK-Stromerzeugungsanteil möglich, wie er in anderen Ländern heute schon realisiert ist (vgl. nachfolgende Tab. 1-1).

Land	KWK-Strom-Anteil [%]	KWK-Strom-Mengen [TWh/a]	KWK-Kapazität [GW]
DK	50,0%	20,22	5,74
NL	29,5%	29,70	6,98
PL	17,0%	26,20	8,21
CZ	16,5%	13,87	5,28
AT	15,2%	9,78	3,21
EU-25	10,2%	325,2	88,42
DE	9,3%	56,65	20,83
BE	8,4%	7,18	1,36
FR	4,1%	23,66	6,19

Quelle: Eurostat 2004

Tab. 1-1 Ranking der KWK-Stromanteile ausgewählter europäischer Länder

Wissenschaftlichen Studien des IER (Stuttgart), DIW und Öko Instituts (Berlin) zufolge wird die von der Wirtschaft in der KWK-Vereinbarung 2004 zugesagte Minderung der CO₂-Emissionen durch die Kraft-Wärme-Kopplung nicht in dem erforderlichen Umfang eintreten³. Voraussichtlich werden – ohne Berücksichtigung der CO₂-Minderungseffekte durch Bestandsanlagen – die Ausbauzahlen bis 2010 zwischen 40 und 70 % hinter den Zusagen der deutschen Energiewirtschaft zurückbleiben.

¹ s. BEI/DLR (2005), EuroHeat&Power (2006), Eikmeier et al. (2006)

² Nähere Angaben zu den in der Studie identifizierten Potenzialen für Deutschland s. im Anhang in Kap. 8.1.

³ s. BMWi (2005), Traube (2006) und UBA (2007)

In der Vereinbarung der Bundesregierung aus dem August 2007 „Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm“ ist als Zielmarke nun eine Verdopplung des Anteils von Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung bis 2020 auf etwa 25 % formuliert.

Vor diesem Hintergrund analysiert das Wuppertal Institut die wichtigsten strukturellen, energiewirtschaftlichen, technischen und historischen Gründe, die zu der unterschiedlichen Ausprägung der KWK-Anteile in verschiedenen europäischen Ländern mit beigetragen haben. Exemplarisch sollen dabei sowohl die Gemeinsamkeiten als auch die Unterschiede hinsichtlich der KWK-Rahmenbedingungen in den beiden europäischen Ländern mit der höchsten KWK-Quote – Dänemark und Niederlande – im Vergleich zu Deutschland herausgearbeitet werden.

Erfassung der IST-Situation in den drei betrachteten Ländern

Für die Analyse bedarf es der Erfassung und Bewertung der unterschiedlichen Strukturen in den genannten Ländern (s. z.B. die eher ländliche Strukturierung in Dänemark). Es gibt unterschiedliche wirtschaftliche, technische und infrastrukturelle Parameter, die die Struktur eines Erzeugungsparks beeinflussen. Eine wesentliche Rahmenbedingung bildet das Vorhandensein bzw. die Möglichkeiten und der Wille zum Ausbau von Übertragungs- und Verteilnetzen für den elektrischen Strom und, soweit vorhanden, für die Verteilung der erzeugten Wärme. Historische Entwicklungen wirken sich dabei entscheidend auf diese Möglichkeiten aus.

Für die vorzunehmende vergleichende Analyse der Rahmenbedingungen sind insbesondere folgende Fakten relevant:

1. Historische Ursachen

- Zeitliche Entwicklung des Energiesystems
- Elektrifizierungs- und Vernetzungsgrad (inkl. ländliche Elektrifizierung)
- Entwicklung Primärenergiequellen zur Strom- und Wärmebereitstellung
- Energiepolitische Zielsetzungen und ihre Wirkungen auf die KWK

2. Strukturelle Ursachen

- Verfügbarkeit von Primärenergieträgern (eigene fossile Lagerstätten bzw. Biomassevorkommen)
- Grad der Industrialisierung (Ländliche oder industrielle Struktur)
- Vorhandensein stromintensiver Unternehmen
- Vermaschungsgrad des elektrischen Netzes
- Versorgung von Randgebieten
- Aufbau der Stromversorgungsstruktur
 - Einbindung in transnationale Verbundsysteme

- Existenz von Inselnetzen

- Elektrischer Leistungsbedarf
- Wärmebedarf/ Existenz von Wärmesenken
- Existenz von räumlich konzentrierten Ballungsgebieten

3. Technische und rechtliche Ursachen

- Verlegeverfahren/-art (z.B. Duoleitungen in Dänemark)
- Verlegekosten
- Genehmigungsrechtliche Fragen bei der Verlegung

4. Energiepolitische Ursachen

- Zuständigkeiten für die Ausgestaltung der Energiepolitik (Zentralisierungsgrad)
- Wettbewerbssituation (Energieerzeugung, Netzzugang und Netzübertragung)
- Förderverfahren
- Energiepolitische Zielsetzungen
 - Wertigkeit von Klimaschutzzielen
 - Wertigkeit von Aspekten der Versorgungssicherheit
 - Regionalwirtschaftliche Aspekte
- Steuerlicher und ordnungspolitischer Rahmen

Die genannte Aufzählung zeigt, wie vielfältig die Aspekte bei der Nutzung der KWK sein können. Im Rahmen dieser Kurzexpertise können jedoch nicht alle Fragestellungen in der Tiefe durchdrungen werden. Vielmehr werden plausible Hypothesen für die vorliegenden Unterschiede erarbeitet.

Die Untersuchung der einzelnen Länder Deutschland (Kapitel 2), Dänemark und Niederlande (Kapitel 3) sowie die vergleichende Länderanalyse (Kapitel 4) wird auf Basis vorhandener Literatur durchgeführt. Bezug genommen wird auch auf die vom Wuppertal Institut unlängst (Juli 2006) im Auftrag des MWME erstellte Studie „Fortentwicklung der Fernwärmeförderung in NRW“ sowie die im Dezember 2006 abgeschlossene Studie „Anforderungen an Nah- und Fernwärmenetze sowie Strategien für Marktakteure in Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bis zum Jahr 2020“ im Auftrag des UBA.

Darüber hinaus wurde in den betrachteten Schwerpunktländern Deutschland, Dänemark und Niederlande eine Befragung wichtiger Akteure aus Verbänden, Instituten und wissenschaftlichen Einrichtungen durchgeführt, um aktuelle und praxisnahe Experteninformationen in die Analyse mit einbeziehen zu können (Kapitel 5).

2 Fern- und Nahwärme in Deutschland

Die Analyse der Fern- und Nahwärmesituation in Deutschland war u.a. bereits Gegenstand einer im Dezember 2006 abgeschlossenen UBA-Studie, welche in Zusammenarbeit von Wuppertal Institut, DLR und Institut für Energetik und Umwelt Leipzig durchgeführt wurde (UBA 2006). Das folgende Kapitel ist als ein Baustein dieser Studie aus dem UBA-Bericht entnommen.

2.1 Status quo und zeitliche Entwicklung bisher

Die statistische Erfassung der netzgebundenen Wärmenutzung ist komplex, dementsprechend liegen heute keine einheitlichen Angaben vor. Um einen Einstieg in die Darstellung des aktuellen Nutzungsstandes der netzgebundenen Wärmeversorgung zu bekommen, sollen im Folgenden Ergebnisse aus den einschlägigen Statistiken dargestellt werden [Destatis 2006, Eurostat 2006, VDN 2006, AGFW 2006, Euroheat&Power 2006, Öko-Institut 2006] .

Die Nettowärmeerzeugung der allgemeinen (öffentlichen) Versorgung betrug nach Angaben von Destatis im Jahr 2004 136.595 GWh und stieg damit im Vergleich zum Vorjahr (129.752 GWh) um rund 5 Prozent. Rund 81 Prozent dieser Wärme wird in Heizkraftwerken erzeugt, die restlichen 19 Prozent entfallen auf reine Heizwerke. Bei der Betrachtung der zur Wärmeerzeugung eingesetzten Energieträger zeigt sich eine deutliche Dominanz von Erdgas (52 %) und Steinkohle (29 %). Der Rest verteilt auf Braunkohle (8,1 %), Mineralölprodukte (2,1 %), Erneuerbare Energien (1,5 %) und sonstige Energieträger (6,8 %). Diese Zahlen haben sich im Vergleich zum Vorjahr nur marginal verändert. Differenziert man diese Betrachtung nach reinen Heizwerken und Heizkraftwerken, so zeigt sich, dass in den reinen Heizwerken der am häufigsten eingesetzte Energieträger das Erdgas mit 78 Prozent ist, gefolgt von Steinkohle und Mineralölprodukten mit 5,5 bzw. 6,5 Prozent. In den Heizkraftwerken wird ebenfalls Erdgas am häufigsten eingesetzt, allerdings im Vergleich zu den Heizkraftwerken mit einem deutlich geringeren Anteil (46 %). Zweitstärkster Energieträger in den Heizkraftwerken ist die Steinkohle mit 34,6 Prozent. Erneuerbare Energien spielen, auch wenn es bei den Heizwerken zwischen 2003 und 2004 zu einer Erhöhung um einen Prozentpunkt auf 3,1 Prozent gekommen ist, bisher nur eine untergeordnete Rolle.

In der von EUROSTAT ausgewiesenen Erzeugung von KWK-Strom und -Wärme nimmt Deutschland innerhalb der EU-25 eine Spitzenposition ein. In 2002 lag die Erzeugung von KWK-Strom (mit einem Anteil an der gesamten Stromerzeugung von 9,8 %) in Deutschland bei 56,2 TWh (EU-25 insgesamt: 299,2 TWh, was einem Anteil an der gesamten Stromerzeugung von 9,9 % entspricht) und liefert zusammen mit den Niederlanden und Finnland ca. 40 Prozent des gesamten KWK-Stroms. Innerhalb der Staaten der EU-15 wurden im Jahr 2002 247,7 TWh (entspricht 9,2 % der Gesamtstromerzeugung innerhalb der EU-15) KWK-Strom erzeugt. Die Kapazität der KWK-Stromerzeugung belief sich innerhalb der EU-25 im Jahr 2002 auf 92 GW, auch hier liegt Deutschland mit einer Kapazität von 26,4 GW deutlich vorn (auch wenn, wie oben aufgezeigt, der Anteil an der Gesamtstromerzeugung in Deutschland im Vergleich zu den anderen Ländern z. T. deutlich geringer ist), gefolgt von den Niederlanden mit 6,7 GW und Frankreich, Polen, UK, und Finnland mit jeweils rund 6 GW installierter Kapazität. Die Erzeugung von KWK-Wärme lag in der EU-25 im Jahr 2002 bei 2.844

PJ (dies entspricht mehr als dem 2,6fachen der Stromerzeugung). Den größten Anteil daran hatte Deutschland mit 19 Prozent bzw. 545 PJ, gefolgt von Polen (308 PJ), Finnland (274 PJ) und Frankreich (263 PJ), die in der Summe knapp die Hälfte der KWK-Wärme in der EU-25 erzeugen. Auch bei der installierten Kapazität zur KWK-Wärmeerzeugung nimmt Deutschland mit 48,7 GW die Spitzenposition (bezogen auf Mengen, nicht Anteile) ein. Polen (24,8 GW), Frankreich (23 GW) und die Niederlande (16 GW) folgen mit deutlichem Abstand.

Aus technologischer Sicht wird die KWK-Erzeugung durch die Gegendruckdampfturbinen bestimmt. In der EU-25 werden 32 Prozent des KWK-Stroms und knapp 50 Prozent der KWK-Wärme durch diese Technik erzeugt. Auf GuD-Anlagen entfallen 32 Prozent des Stroms und 12 Prozent der Wärme, der Anteil der Dampfturbinen mit Entnahmekondensation beträgt beim erzeugten Strom 28 Prozent, bei der Erzeugung von KWK-Wärme 20 Prozent.

Über 50 Prozent bzw. 163 TWh des KWK-Stroms wird in der EU-25 in Anlagen der öffentlichen Versorgungsbetriebe erzeugt. Auf industrielle Anlagen entfallen 136 TWh. Anders verhält es sich bei der KWK-Wärme. Hier dominieren die Eigenerzeuger mit 58 Prozent die Erzeugung. Drei Wirtschaftszweige sind bei der Erzeugung auf dem KWK-Markt sowohl bei der Strom- als auch bei der Wärmeerzeugung besonders hervorzuheben. Mehr als zwei Drittel des gesamten KWK-Stroms werden in den Zweigen Papier- und Druckindustrie (28 %), chemische Industrie (24 %) und in den Raffinerien (17 %) erzeugt. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Wärmeerzeugung, hier entfallen auf die Papier- und Druckindustrie 32 Prozent, auf die chemische Industrie 24 Prozent und auf die Raffinerien 16 Prozent. Dieser Teil der Wärmeerzeugung ist nur bedingt netzgebunden, dient er doch primär zur Versorgung einzelner, wenngleich zum Teil sehr großer Verbraucher.

EU-weit wurde als Brennstoff bei der KWK vor allem Erdgas (40 %) eingesetzt, gefolgt von Steinkohle mit einem Anteil von 19 Prozent und Braunkohle mit acht Prozent. Flüssige Brennstoffe haben einen Anteil am Gesamtbrennstoffverbrauch von ebenfalls acht Prozent, auf die erneuerbaren Energien entfallen rund zehn Prozent.

Der Nutzungsgrad bei KWK-Anlagen in der EU-25 lag in 2002 bei durchschnittlich 70 Prozent. Allerdings sind zwischen den einzelnen Technologien deutliche Unterschiede festzustellen. So liegt der höchste Nutzungsgrad bei Gegendruckdampfturbinen und Gasturbinen mit Wärmerückgewinnung bei 76 Prozent, bei kombinierten Anlagen und Entnahme-Kondensationsdampfturbinen beträgt der Wirkungsgrad hingegen nur 57 Prozent.

Für den deutschen Wärmemarkt liegen zusätzlich Angaben über den Nutzungsstand von Kleinanlagen vor, explizit für BHKW-Anlagen im Leistungsbereich bis einschließlich 20 MW_{el}. Der Stand des Absatzes von BHKW-Anlagen lässt sich aus Erhebungen des Öko-Institutes, Energie&Management und des Bundesverbandes KWK ablesen, die seit 2004 Umfragen bei den deutschen BHKW-Herstellern durchführen. Die Erhebung fragt die Absatzentwicklung bei 24 Herstellern und damit 90 Prozent des Gesamtmarktes ab. Im Erhebungszeitraum lässt sich ein deutlicher Anstieg des gesamten Absatzes von 428 MW_{el} in 2002 über 453 MW_{el} in 2003, 779 MW_{el} in 2004 auf 844 MW_{el} im Jahr 2005 feststellen. Entscheidender Faktor bei dieser Entwicklung ist aber auch der Export von BHKW-Anlagen. In den Jahren 2004 und 2005 machte dieser rund zwei Drittel des gesamten Absatzes aus. Im Inland spielt vor allem der Absatz biogen befeuerter Anlagen eine wichtige Rolle, die aufgrund der spezifischen Regelungen des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG) stärker nachgefragt werden. Insbesondere im Leistungsbereich zwischen 500 kW_{el} und 5 MW_{el} konnte hier ein deutlicher

Anstieg im Absatz verzeichnet werden (vgl. Abb. 2-1). Fossil betriebene Anlagen, die eine Unterstützung durch das KWKG-Gesetz (KWKG) erfahren, nehmen einen geringeren Anteil ein, verzeichneten jedoch ebenfalls einen offensichtlichen Zuwachs. Bezogen auf die Anzahl der Anlagen spielen hier vor allem die kleinen Motoren bis 50 kW_{el} eine wichtige Rolle, in Bezug auf die installierte Leistung sind dieses jedoch die größeren Anlagen von 50 kW_{el} bis 2 MW_{el}.

Eine Abschätzung der durch BHKW produzierten Wärme- und Strommenge erfolgt unter der Annahme, dass KWKG-Anlagen im Jahr durchschnittlich zwischen 5.000 und 6.000 Stunden in Betrieb sind, bei EEG-Anlagen wird eine Betriebsdauer von 6.000 bis 7.500 Stunden angenommen. Für das Jahr 2004 ergibt sich daraus eine erzeugte Strommenge von 3,8 TWh (1,1 TWh aus KWKG-Anlagen, 2,7 TWh aus EEG-Anlagen) und eine Wärmemenge von 1,9 TWh (1,4 KWKG-Anlagen, 0,5 TWh EEG-Anlagen). Hinsichtlich der durch diese Anlagen induzierten CO₂-Einsparungen wird geschätzt, dass diese in 2005 bei rund 4,2 Millionen Tonnen liegen. Davon entfallen 1 Millionen Tonnen auf KWKG-Anlagen und 3,2 Millionen Tonnen auf EEG-Anlagen⁴.

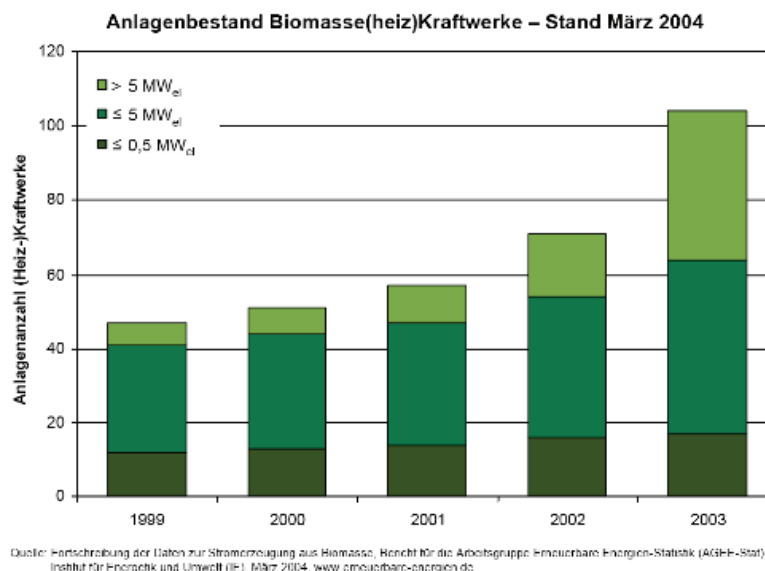


Abb. 2-1 Anlagenbestand Biomasse(heiz)Kraftwerke in Deutschland - Stand März 2004

Quelle: www.erneuerbare-energien.de/inhalt/6958/35047

Für die netzgebundene Wärmeversorgung, speziell die Fernwärmeversorgung, beschreibt der Hauptbericht der Fernwärmeversorgung 2004, herausgegeben durch die Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft (AGFW), die aktuelle Struktur [AGFW 2005]. Zu beachten ist hier, dass es sich bei dieser Erhebung um eine freiwillige Meldung der Versorgungsunternehmen handelt. Im Bericht 2004 finden sich Angaben von 234 Versorgungsunternehmen, nach Einschätzung der AGFW, stellen diese 90 Prozent der Fernwärme bereit. Alle Angaben zur Erzeugung und zu den Netzen müssen jedoch vor diesem Hintergrund gesehen werden.

⁴ Annahmen für Stromerzeugung: Mittellast-Mix Steinkohle/Erdgas; 770 g CO₂/kWh_{el}. Annahmen für die Wärmeerzeugung: Erdgas/Heizölkessel; KWKG: 272 g CO₂/kWh_{th}; EEG: 313 g CO₂/kWh_{th}

Im Jahr 2004 wurden durch die teilnehmenden Unternehmen 314.582 TJ Wärme in die Netze eingespeist. Davon entfielen auf die alten Bundesländer 78 Prozent und auf die neuen Bundesländer 22 Prozent. Diese Anteile haben sich in den letzten Jahren nicht verändert. Rund 71 Prozent dieser bereitgestellten Wärme werden in Anlagen mit KWK erzeugt, weitere 16 Prozent der Erzeugung finden in Anlagen ohne KWK statt, die restlichen 13 Prozent werden über Fremdbezug von Unternehmen bereitgestellt, die nicht in der AGFW-Statistik erfasst sind. Der Anteil der in KWK erzeugten Wärme liegt in den neuen Bundesländern mit 66 Prozent, zugunsten der Erzeugung ohne KWK, etwas niedriger.

Im Hauptbericht 2004 [AGFW 2005] sind insgesamt 1.400 Fernwärmenetze erfasst, die zusammengenommen eine Länge von 18.580 Kilometern haben und darüber rund 307.000 Hausübergabestationen anschließen. Die Entwicklung des jährlichen Zuwachses der Anschlussleistung blieb in den letzten Jahren stabil, allerdings auf niedrigem Level. Erweiterungen der Anschlussleistungen finden vor allem im Bereich der Verdichtung bestehender Netze, in dem Aufbau neuer isolierter Netze und durch Contracting-Projekte statt.

2.2 Netzseitige Entwicklung

Für die Entwicklung einer Strategie zum Ausbau von Nahwärmenetzen sind auch die bisherigen Erfahrungen im Bereich der existierenden Fernwärmenetze, insbesondere bei der Anschlussentwicklung und im Leitungsbau, sowie die Einschätzung der zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten von Bedeutung.

Die wichtigsten Datenquellen im Bereich der Fernwärme sind die Haupt- und Schnellberichte der AGFW. Im jährlichen Hauptbericht der Fernwärmeversorgung werden nach Einschätzung der AGFW 91% des Fernwärmemarktes erfasst [AGFW 2005]. Dieser Anteil schwankt von Jahr zu Jahr aufgrund der wechselnden Bereitschaft der Fernwärmeversorgungsunternehmen (FVU), sich an den Hauptberichten zu beteiligen⁵. Für eine Analyse der Entwicklungen von Anschlusswerten und Netzlängen sind daher die in den Hauptberichten ausgewiesenen Gesamtsummen dieser wichtigen Kennwerte weniger geeignet⁶. Aussagekräftiger sind daher Angaben zu Änderungen von spezifischen Werten oder Antworten auf Fragen, welche sich speziell auf Änderungen innerhalb des jeweiligen FVU beziehen. Detailliert wird von der AGFW insbesondere die Änderung beim Anschlusswert innerhalb der Berichtsperiode von den einzelnen Mitgliedsunternehmen abgefragt.

Bei den Anschlusswerten stagniert in Gesamtdeutschland die Entwicklung. In den neuen Bundesländern (NBL) sind sie sogar rückläufig. Allerdings ist dort der Anteil der Fernwärme am gesamten Wärmemarkt immer noch deutlich höher als in den alten Ländern (ABL). Aber auch in den alten Ländern wurde im Jahr 2004 nur noch ein sehr geringes Wachstum von 0,2% des gesamten Anschlusswertes der ABL von 40 962 MW beobachtet. Im Zeitraum zwischen 1975 und 1991 lag dieser Zuwachs noch bei etwa 1 000 MW/a.

⁵ Der im Hauptbericht erfasste Marktanteil kann von Jahr zu Jahr um bis zu 5% des gesamten Anschlusswertes schwanken.

⁶ In den Hauptberichten werden nur diejenigen Unternehmen berücksichtigt, welche sich im jeweiligen Jahr daran beteiligt haben. Eine Hochrechnung auf die gesamte Fernwärmeversorgung wird in den Hauptberichten i.d.R. nicht versucht.

Die dargestellten Zuwächse sind der Saldo der von den FVU berichteten Anschlusswertminderungen und Anschlusswerterhöhungen. Durch Abriss oder Netzstilllegung ergab sich seit 1997 jährlich eine Minderung des Anschlusswertes um 0,7% bis 0,9%. Hinzu kommt eine jährliche Anschlusswertminderung bei bestehenden Gebäuden in Höhe von 0,7% bis 1,0%, z.B. aufgrund verbesserter Wärmedämmung [Schnellberichte 1997ff]. Diesem Rückgang bei den Anschlusswerten steht ein Zuwachs durch neu angeschlossene Gebäude gegenüber⁷.

Bei dem Neuanschluss von Gebäuden handelt es sich hauptsächlich um Netzverdichtungen in bereits mit Fernwärme versorgten Gebieten [AGFW 2005a]. Es gibt nur geringe Aktivitäten zu Netzerweiterungen oder zum Neubau von Netzen. Insgesamt nimmt trotz des stagnierenden Anschlusswertes die Anzahl der mit Fernwärme versorgten Gebäude zu. Dementsprechend fiel der mittlere Anschlusswert je Hausanschluss (HA) zwischen 2000 und 2004 von 172 kW/HA auf 167 kW/HA.

Aufgrund einer verbesserten Wärmedämmung kann entweder der Anschlusswert des betroffenen Gebäudes oder die Ausnutzungsdauer der Anschlussleistung herabgesetzt werden. Die Ausnutzungsdauer ist allerdings nicht nur von der Wärmedämmung sondern auch von der mittleren Umgebungstemperatur in der Heizsaison des jeweiligen Jahres abhängig. Um hier Aussagen treffen zu können, ist eine Temperaturbereinigung der gemessenen Ausnutzungsdauern erforderlich. Eine überschlägige Analyse der Ausnutzungsdauern in den ABL ergibt, dass diese temperaturbereinigt eher zunehmen. In den NBL nahm dagegen die Ausnutzungsdauer deutlich ab, was nicht allein auf eine verbesserte Wärmedämmung sondern wohl beim weit überwiegenden Teil auf eine verbesserte Zuordnung der Heizkosten auf die einzelnen Fernwärmekunden gemäß dem tatsächlichen Verbrauch zurückzuführen ist.

Auch der Zuwachs bei den Trassenlängen geht zurück. In den NBL werden sogar mehr Leitungen stillgelegt als zugebaut. Aber auch in den ABL ist tendenziell ein Rückgang beim Zubau von Fernwärmeleitungen zu verzeichnen. Dieser fällt aber weit weniger deutlich aus als bei den Anschlusswerten.

2.3 Vergleichende Betrachtung der Entwicklungstendenzen in den Nachbarländern

2.3.1 Allgemeine Tendenzen in Europa

2.3.1.1 Marktanteile und Produktion von Fernwärme

In der erweiterten EU⁸ werden jährlich 550 TWh Fernwärme verkauft. Dies entspricht 10% des Wärmebedarfs für Raumwärme (einschl. Warmwasser). Insgesamt ist eine positive Entwicklung mit Wachstumsraten der Wärmeproduktion von knapp 1%/a zu beobachten.

⁷ Es gibt auch Erhöhungen des Anschlusswertes bei bestehenden Gebäuden. Diese sind jedoch selten und in der Summe vernachlässigbar gering.

⁸ Die Angaben in diesem Kapitel beruhen vorwiegend auf /EH&P 2005/. Es werden nur die folgenden für die Fernwärmeversorgung interessanten Länder innerhalb der EU berücksichtigt: Österreich, Dänemark, Finnland, Deutschland, Italien, Niederlande, Schweden, Bulgarien, Kroatien, Tschechien, Estland, Ungarn, Lettland, Litauen, Polen, Rumänien und Slowakei.

Dies trifft inzwischen auch wieder auf die neuen EU-Länder⁹ zu, deren Wärmeverbrauch zuvor aufgrund der Einführung von Verbrauchsmessungen stark abgenommen hatte.

Besonders erfolgreich bei der Vermarktung von Fernwärme waren in den vergangenen Jahren die Länder Österreich, wo sich der Wärmeabsatz zwischen 2001 und 2003 um 4%, und Schweden, wo sich der Marktanteil und die Anzahl angeschlossener Kunden deutlich erhöht hat.

Die Marktanteile von Fernwärme fallen in den EU-Ländern sehr unterschiedlich aus. In den neuen östlichen EU-Ländern ist die Fernwärme deutlich stärker verbreitet. Im Wohnungsbereich wird in Westeuropa ein Anteil von 7%, in Osteuropa hingegen von 37% erreicht. Spitzenreiter in der alten EU ist Dänemark, wo 60% aller Wohnungen mit Fernwärme versorgt werden (in Island beträgt aufgrund der leichten Zugänglichkeit von Geothermie der Anteil der Fernwärme am Wärmemarkt sogar 96%).

Sehr geringe Marktanteile von unter 5% finden sich in südlichen Ländern wie Italien. Aber auch in Ländern mit höherem Heizbedarf wie Frankreich, Den Niederlanden, Norwegen, Schweiz und Großbritannien ist der Anteil von Fernwärme vernachlässigbar gering.

Eine zukünftig möglicherweise interessante Anwendung der leitungsgebundenen Energieversorgung ist die Fernkälte. Diese Kälte wird in Absorptionskältemaschinen erzeugt, welche mit der in den Sommermonaten überschüssigen Fernwärme betrieben werden. Die größte Bedeutung hat Fernkälte bisher in Schweden gewonnen (s.a. Kap. 5.4). Aber selbst dort beträgt der Absatz von Fernkälte nur 1% des Absatzes von Fernwärme. Fernkälte wird daher im Folgenden nicht weiter betrachtet.

2.3.1.2 Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Ein Teil des jeweiligen nationalen Strombedarfs wird durch KWK-Anlagen bereitgestellt. Im Mittel der für die Fernwärme interessanten EU-Staaten sind dies 13%. In den neuen EU-Mitgliedsstaaten ist auch hier der Anteil (18%) höher als in den alten (10%). Die maximalen Anteile der KWK am Strommarkt werden in Dänemark (40%) und den Niederlanden (39%) erreicht. Wobei in Dänemark die gekoppelt erzeugte Wärme über Netze verteilt wird, während in den Niederlanden die Objektversorgung bei weitem überwiegt.

KWK spielt für die Wärmeversorgung der Fernwärmenetze in vielen Ländern die entscheidende Rolle. In den alten EU-Mitgliedsstaaten werden im Mittel 70% der eingespeisten Wärme in KWK-Anlagen erzeugt, in den neuen EU-Staaten ist dieser Anteil mit 55% noch deutlich geringer. In den neuen EU-Staaten werden aber sukzessive (alte) Heizwerke auf moderne KWK-Anlagen umgerüstet, sodass sich der Abstand zu den alten EU-Staaten verringert.

⁹ Bulgarien, Kroatien, Tschechien, Estland, Ungarn, Lettland, Litauen, Polen, Rumänien und Slowakei

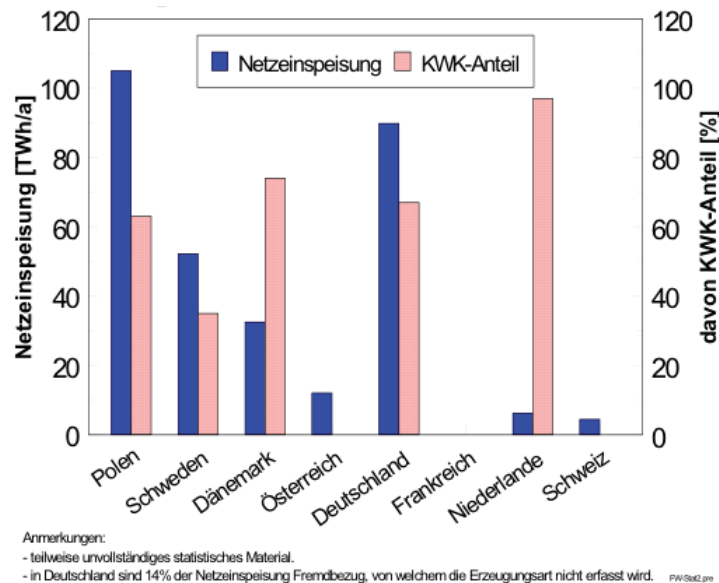


Abb. 2-2 Fernwärmeproduktion und Anteil der KWK in ausgewählten Nachbarländern

2.3.1.3 Brennstoffe

In den alten EU-Staaten ist die Mixtur an Brennstoffen, welche für die Erzeugung von Fernwärme eingesetzt wird, wesentlich differenzierter als in den neuen Ländern. In den neuen EU-Staaten haben allein die Energieträger Kohle und Gas einen Anteil von zusammen 85%, wobei die Kohle deutlich überwiegt. In den alten EU-Staaten haben diese Brennstoffe nur einen Anteil von zusammen 63%, welcher zu gleichen Teilen auf Kohle und Gas verteilt ist.

Ein besonders einseitiger Brennstoffmix findet sich in Polen, der Slowakei, in Tschechien und in Deutschland mit Kohleanteilen zwischen 56% und 82%. Hohe Gasanteile (50-75%) finden sich in Österreich und denjenigen östlichen EU-Staaten, deren Fernwärmeversorgung nicht überwiegend auf Kohle beruht.

Besonders klima- und umweltschonend ist die Nutzung von erneuerbaren Energien, Abfällen bzw. Reststoffen und industrieller Abwärme. Im Mittel werden in den EU-Staaten aus erneuerbaren Energien 10% und aus Abfällen, Reststoffen und Abwärme nochmals 11% zur Wärmeversorgung der Fernwärmenetze bereitgestellt. In den alten EU-Staaten entspricht dies in der Summe einem Anteil von 33%, während hingegen in den neuen Staaten bisher nur 6% genutzt werden. Die Nutzung der umweltschonenden Energieträger nimmt rasch zu - zu Lasten von fossilen Brennstoffen. Dies gilt auch in den neuen EU-Staaten, wobei hier die Begründung, die Abhängigkeit von russischem Erdgas zu mindern, von besonderer Bedeutung ist.

2.3.1.4 Tarifstruktur und Wettbewerb

Bezüglich der Tarifstrukturen und dem Wettbewerb sind die Unterschiede zwischen den alten und den neuen EU-Staaten besonders groß.

In den alten EU-Staaten gibt es seit langem einen in Grund- und Arbeitspreis aufgeteilten Tarif. Der Grund- oder Leistungspreis reflektiert die fixen Kosten, welche unabhängig vom Wärmeverbrauch anfallen, also insbesondere die Investitionskosten. Der Arbeitspreis reflek-

tiert die variablen Kosten, welche verbrauchsabhängig sind, also insbesondere den Brennstoffpreis. Der Fernwärmebetreiber kann sein Geschäftsrisiko minimieren, indem er seine Kostenstruktur mit der Tarifstruktur in Übereinstimmung bringt. In den bei der Verbreitung von Fernwärme besonders erfolgreichen Ländern wie Dänemark wird allerdings versucht, den Grundpreis möglichst gering zu halten, da dies die Anschlusswilligkeit der Kunden erhöht¹⁰.

In den meisten der alten EU-Länder orientieren sich die Fernwärmepreise sowohl an den tatsächlich anfallenden Kosten als auch an den anlegbaren Preisen, welche durch die Kosten der konkurrierenden Heizungssysteme also z.B. individuellen Öl- oder Gasheizungen bestimmt wird. Ausnahmen sind die Niederlande, wo der Fernwärmepreis allein von den anlegbaren Preisen einer individuellen Gasheizung bestimmt wird, und Dänemark, wo den Betreibergesellschaften gesetzlich vorgeschrieben ist, dass nur die tatsächlich anfallenden Kosten auf die Verbraucher umgelegt werden dürfen.

Ein besonderes Problem ist der Wettbewerb zwischen der Gas- und Fernwärmeversorgung. In Dänemark wurde dieses Problem schon im Vorfeld durch eine sog. Wärmeplanung gelöst, bei welcher getrennte Gebiete für Gas- und Fernwärmenetze ausgewiesen wurden. In den übrigen alten EU-Staaten wird versucht, diesem Problem durch horizontale Integration von Fernwärme- und Gasversorgung (z.B. in Stadtwerken) entgegenzuwirken, um zu verhindern, dass teure Infrastrukturen zur Wärmeversorgung doppelt realisiert werden.

In den östlichen EU- Staaten wurde in den letzten Jahren zunächst die Subventionierung der Fernwärme abgeschafft und mit der Einführung eines zweigeteilten Tarifs nach westlichem Vorbild begonnen. Die Bürger werden durch die resultierenden Preiserhöhungen teilweise empfindlich getroffen. In Rumänien oder Bulgarien beträgt jetzt in den Wintermonaten die Heizkostenrechnung ein Drittel des durchschnittlichen Familieneinkommens.

In fast allen östlichen Ländern wurden (bis hinein in die zu versorgenden Gebäude) parallele Gas- und Fernwärmeversorgungen aufgebaut. Für die Festlegung der Gas- und Wärmepreise wurden Regulatoren eingesetzt. Dies war notwendig, um Marktmissbrauch zu verhindern. Allerdings sind diese vom Staat oder der Kommune eingesetzten Regulatoren nicht immer unparteiisch, so dass es Klagen der Fernwärmebetreiber wegen quersubventionierter Gaspreise gibt, welche zu Kundenverlust im Fernwärmebereich führen. Ein weiteres Problem der östlichen Fernwärmebetreiber ist, dass die unabhängigen Betreiber von KWK-Anlagen übertrieben hohe Preise für die von ihnen erzeugte Wärme verlangen.

2.3.1.5 Politik und Steuern

Alle nationalen Energiepolitiken sind auf Nachhaltigkeit und Versorgungssicherheit ausgerichtet. Änderungen in der nationalen Gesetzgebung werden allerdings fast immer durch die EU ausgelöst.

In manchen Ländern gibt es Steuervorteile für KWK oder Fernwärme. In Finnland , Schweden, den Niederlanden oder Großbritannien soll damit ein Anreiz für die effiziente Nutzung von Brennstoffen in KWK-Anlagen gegeben werden. In den östlichen EU-Staaten soll durch

¹⁰ Solange es keine Klagen gibt, werden dabei sogar die gesetzlich gezogenen Grenzen der erlaubten Tarifgestaltung überschritten.

geringere Steuersätze auf Fernwärme der steile Anstieg der Wärmepreise wenigstens etwas gemildert werden.

Ein gemeinsames Problem aller Fernwärmebetreiber sind die Vorgaben der EU zum CO₂-Emissionshandel. Diese greifen insofern in den Wettbewerb im Wärmemarkt ein, als Betreiber großer Feuerungsanlagen, wie sie für die Fernwärmeversorgungen üblich sind, CO₂-Zertifikate aufkaufen müssen, falls die ihnen zugeteilten Zertifikate nicht ausreichen. Die individuellen Heizanlagen bleiben dagegen in jedem Fall von zusätzlichen Belastungen aus dem CO₂-Emissionshandel unberührt. In den verschiedenen Ländern wird an dieses Problem unterschiedlich herangegangen, teils wird es aber auch ignoriert.

3 KWK-Vorreiter in Europa – Länderprofile von Dänemark und den Niederlanden

3.1 Dänemark

Das Königreich Dänemark hat 5,4 Millionen Einwohner und liegt mit einer Bevölkerungsdichte von 125 Einwohnern je Quadratkilometer im europäischen Mittel. Von den nordeuropäischen Ländern weist Dänemark jedoch die höchste Bevölkerungsdichte auf. Die folgenden Ausführungen zur Energiestruktur und Energiepolitik des Landes basieren vorwiegend auf (OECD/IEA 2006).

Rund 85 Prozent der dänischen Bevölkerung wohnen in Städten; größte Stadt ist Kopenhagen mit ca. 1,8 Millionen Einwohnern.

Die dänische Wirtschaft ist marktorientiert und ausgestattet mit einer High-Tech-Landwirtschaft, verfügt über Öl- und Gasvorkommen und ist Netto-Exporteur von Energie.

Im Jahr 2003 lag der **Primärenergieverbrauch** bei 20,8 Millionen Tonnen Öl-Äquivalent, was einen Anstieg um 5,3 Prozent zum Vorjahr bedeutet. Verursacht wurde dieser in erster Linie durch den Export von aus Kohle erzeugtem Strom. Der Primärenergieverbrauch stieg in den Jahren zwischen 1999 und 2003 jährlich um 0,01 Prozent, wobei es jedoch zu starken jährlichen Schwankungen kam (1999: -3,8%; 2002: +5,3%). Diese starken Schwankungen lassen sich durch Veränderungen im Stromexport erklären, die von der inländischen Stromerzeugung in Norwegen und Schweden abhängen.

Total Primary Energy Supply, 1973 to 2030

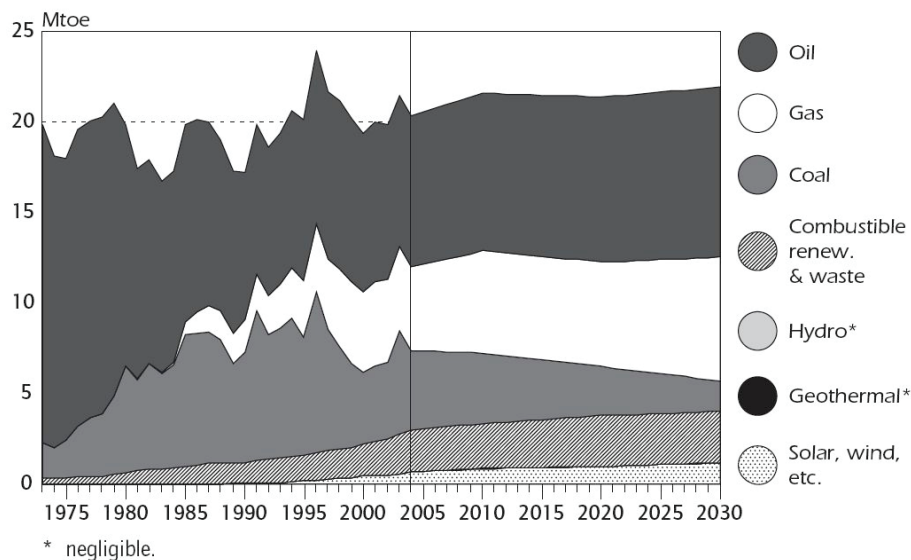


Abb. 3-1 Entwicklung des Primärenergiebedarfs in Dänemark 1973 bis 2030 nach Energieträgern

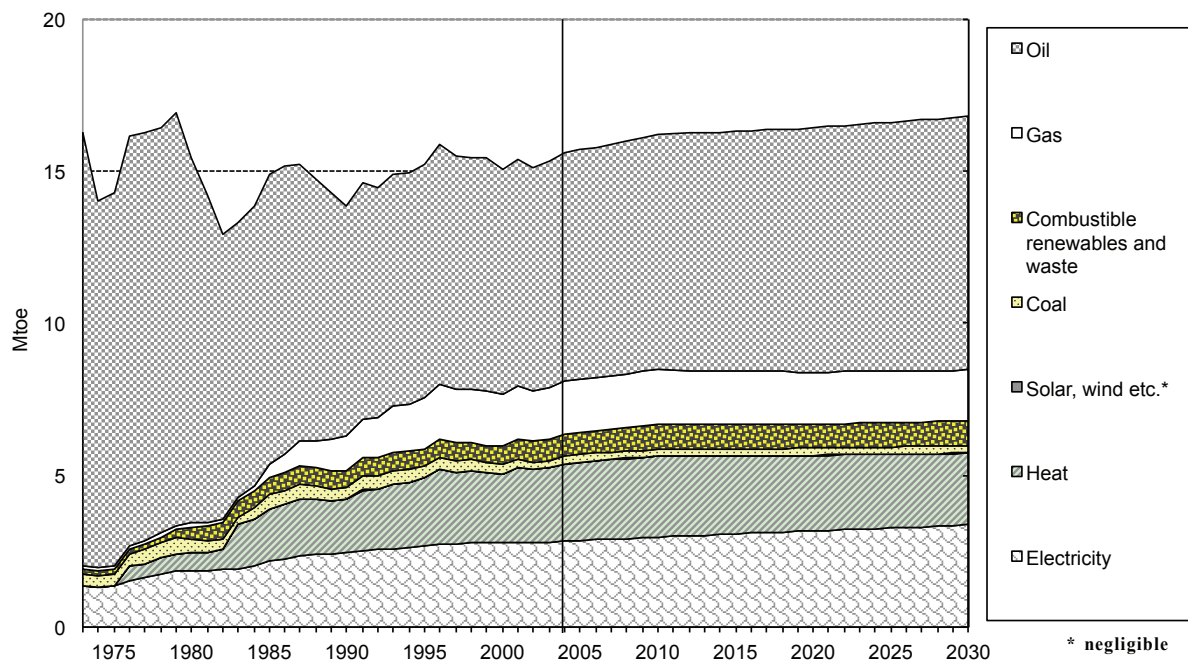
Quelle: OECD/IEA (2006)

Mit 40,3 Prozent ist Öl in Dänemark dominanter Primärenergieträger, seit 1973 hat sich hier jedoch ein dramatischer Rückgang von damals 88,6 Prozent vollzogen. Im Wesentlichen hat Kohle diese Anteile übernommen, ihr aktueller Anteil an den Primärenergieträgern liegt bei 27,3 Prozent. Die restlichen Anteile verteilen sich auf Gas (22,4%), Biomasse (10,7%) und

Windkraft (2,7%). Die Summe von 103,5 Prozent ergibt sich aus einem Stromexport. Dänemark ist erst in der jüngeren Vergangenheit Energieexporteur geworden.

Für die Zukunft wird prognostiziert, dass der Ölanteil in etwa konstant bleibt, während sich der Kohleanteil zugunsten von Gas, Biomasse und Windkraft verringern wird (vgl. Abb. 3-1). Für 2020 wird von folgenden Anteilen der einzelnen Primärenergieträger ausgegangen: Öl (42,7%), Gas (27,0%), Biomasse (13,2 %), Kohle (12,7%) und Wind (4,5%).

Der **Endenergieverbrauch** lag in 2003 in Dänemark bei 15,3 Millionen Tonnen Öl-Äquivalent (Abb. 3-2). Seit 1973 ist der Endenergieverbrauch jedes Jahr im Durchschnitt um rund 0,1 Prozent zurückgegangen (Insgesamt verzeichneten die Länder der IEA im selben Zeitraum einen durchschnittlichen Anstieg um jährlich 0,9 Prozent). Während sich der Endenergieverbrauch in Dänemark dem IEA-Durchschnitt entsprechend auf die einzelnen Energieträger verteilt, ist das herausragende Merkmal in Dänemark die überdeutliche Dominanz der Fernwärme.



Sources: *Energy Balances of OECD Countries*, IEA/OECD Paris, 2005 and country submission

Abb. 3-2 Entwicklung der Endenergienachfrage in Dänemark 1973 bis 2030 nach Energieträgern

Quelle: OECD/IEA (2006)

Die Endenergienachfrage wurde bis vor einigen Jahren durch den Haushaltssektor dominiert. Mittlerweile ist jedoch der Verkehrssektor an die erste Stelle getreten. Hier werden auch für die Zukunft weiter leicht steigende Verbrauchstendenzen erwartet (Abb. 3-3). An dritter Stelle liegt der industrielle Sektor, gefolgt von den übrigen Nachfragern wie Gewerbe, Landwirtschaft und öffentliche Verwaltung.

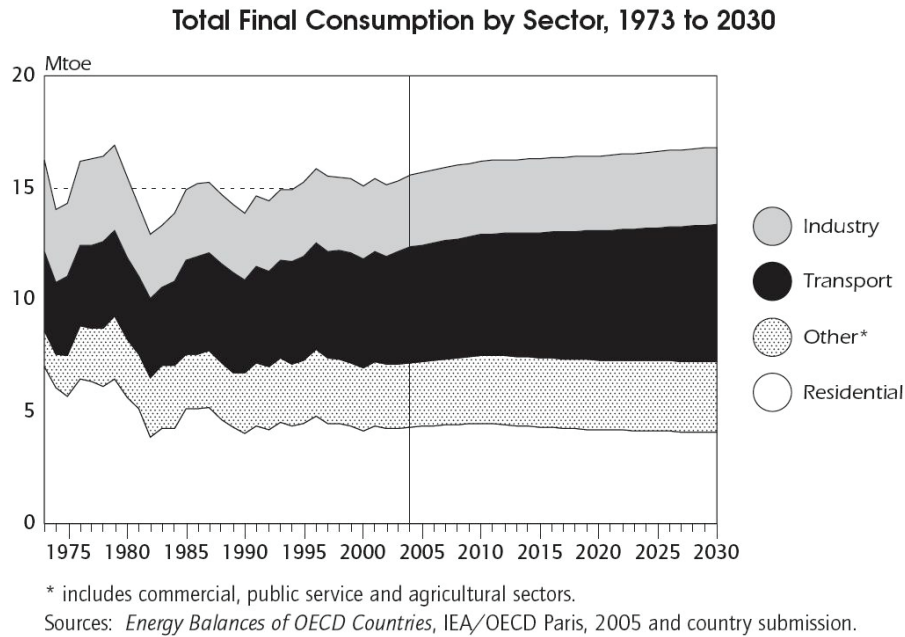


Abb. 3-3 Entwicklung der Endenergienachfrage in Dänemark 1973 bis 2030 nach Sektoren

Quelle: OECD/IEA (2006)

Betrachtet man die **Stromsektor**, so fällt auf, dass die über lange Jahre dominierende Stromerzeugung aus Kohlekraftwerken tendenziell zugunsten von anderen Brennstoffen (Erdgas, Biomasse und Müll) verdrängt wird (Abb. 3-4). Darüber hinaus stellen seit Ende der Neunziger Jahre insbesondere Windkraftwerke und - zu einem geringeren Anteil - auch Photovoltaikanlagen einen zunehmenden Beitrag zur Stromerzeugung.

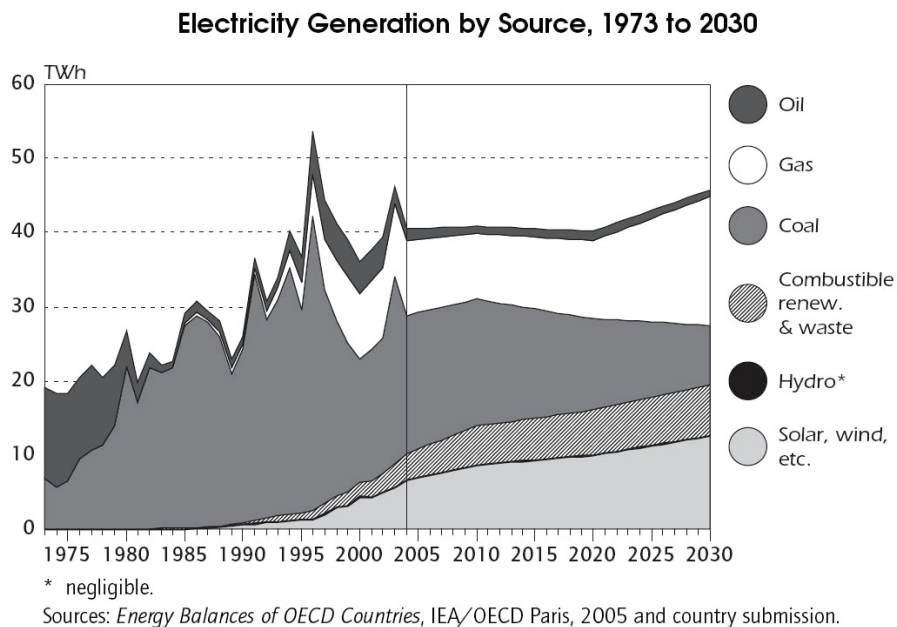
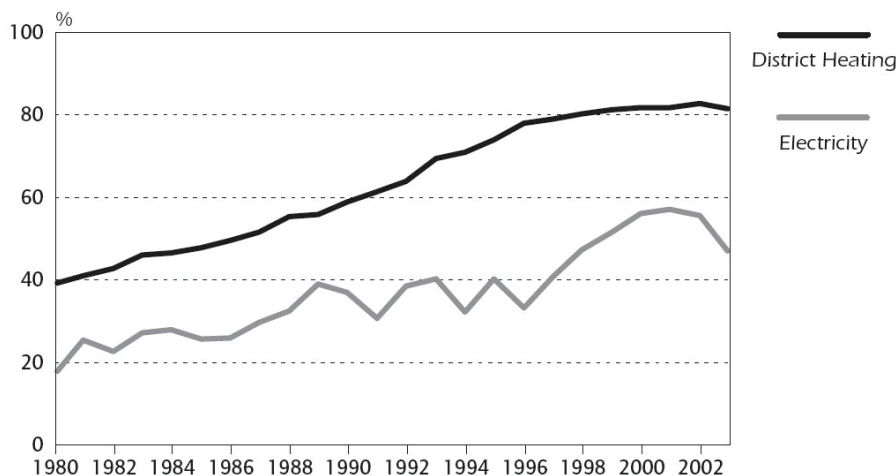


Abb. 3-4 Entwicklung der Stromerzeugung in Dänemark 1973 bis 2030 nach Energieträgern

Quelle: OECD/IEA (2006)

Die **Kraft-Wärme-Kopplung** hat sowohl bei der Stromerzeugung als auch bei der Fernwärme in Dänemark einen sehr hohen Stellenwert und Ausbauzustand erreicht: Der KWK-Fernwärmeanteil konnte zwischen 1980 und 2003 von 40 % auf gut 80 % erhöht werden. In dem gleichen Zeitraum wurden die KWK-Anteile bei der Stromerzeugung von knapp 20 % auf mehr als 40 % verdoppelt (Abb. 3-5).

CHP Production as Share of Total Electricity and District Heating Supply, 1980 to 2003



Source: Danish Energy Authority.

Abb. 3-5 Anteile von KWK-Strom und KWK-Fernwärme in Dänemark 1980 bis 2003

Quelle: OECD/IEA (2006)

Diese Ausbauerfolge lassen sich durch eine jahrzehntelange, von der Politik forcierte Tradition und Entwicklung erklären (Mez 2001). Bereits in den 20er Jahren wurden in den Ballungsgebieten gekoppelt Strom und Wärme erzeugt. Drei Verschiedene Phasen kennzeichnen die Entwicklung bis heute:

Als Reaktion auf die erste Ölpreiskrise wurde durch den dänischen Staat die Energieeinspargesetzgebung initiiert, die als primäres Ziel die Unabhängigkeit von Energieimporten im Blick hatte. In diese **erste Phase** von 1976 bis 1984 fielen Instrumente wie die Nutzung des Fernwärmepotenzials aus Ölkraftwerken, regionale und kommunale Wärmepläne¹¹, verbunden mit der deutlichen Verbesserung der Wärmedämmung in Mehrfamilienhäusern. Eine Halbierung des Primärenergiebedarfs zum Heizen war die Konsequenz (vgl. für den betreffenden Zeitraum die Primärenergiereduzierung im „Residential Sector“ in Abb. 3-3).

In einer **zweiten Phase** von 1985 bis 1989 wurde der Ausbau „kleinerer“ KWK-Anlagen forciert, indem bestehende reine Heizwerke in Heizkraftwerke umgerüstet wurden.

Die Novellierung des Wärmeversorgungsgesetzes kennzeichnet im Jahr 1990 den Beginn der **dritten Phase**. Die Sicherung des zukünftigen Ausbaus der KWK war das Ziel. Alle Heizwerke größer als ein Megawatt wurden auf die gekoppelte Produktion umgestellt. Das CO₂-Quotengesetz für Großkraftwerke, welches im Jahr 2000 in Kraft getreten ist, zielte

¹¹ Ziel dieser Wärmepläne war es, das Landfläche je nach Eignung in drei Kategorien einzuteilen: 1. Gebiete, die für Fernwärme geeignet sind; 2. Gebiete, die für Gasversorgung geeignet sind und 3. ländliche Gebiete, die nach wie vor individuell versorgt werden.

darauf ab, die Emissionen dieser Anlagen deutlich zu reduzieren und die KWK sowie die Biomasse zu fördern. Im Einzelnen wurden folgende Pläne weitgehend erfolgreich umgesetzt (Lorentzen 2005):

Zwischen 1990 und 1994:

- Umwandlung von großen Kohle-Fernheizwerken (mit Zugang zu Erdgas) in dezentrale Erdgas-KWK-Anlagen
- Umwandlung großer Erdgas-Heizwerke in dezentrale Erdgas-KWK-Anlagen
- Installation von Müll-Heizkraftwerken (KWK-Betrieb)

Zwischen 1994 und 1996:

- Umwandlung der übrigen Kohle-Fernheizwerke (mit Zugang zu Erdgas) in dezentrale Erdgas-KWK-Anlagen
- Umwandlung von mittelgroßen Gas-Heizwerken zu Gas-Heizkraftwerken
- Umstellung bei der Mehrzahl der Fernheizwerke auf Biomassefeuerung (Stroh, Holzhackschnitzel oder andere)

Zwischen 1996 und 1998:

- Umwandlung von kleinen Gas-Heizwerken in dezentrale Erdgas-KWK-Anlagen
- Umstellung der übrigen Fernheizwerke (ohne Zugang zu Erdgas) auf Biomassefeuerung

Die beschriebene Umstellung von Heizwerken in Heizkraftwerke (KWK) erforderte große Investitionen. Um zu vermeiden, dass diese finanzielle Mehrbelastung auf die Fernwärmekunden abgewälzt wird, wurde zwischen 1992 bis 2005 mit Stromeinspeisetarifen (sowohl für KWK- als auch für regenerative Anlagen) ein Anreizsystem etabliert, welches von allen Stromverbrauchern getragen wird.

Das Primat der heutigen dänischen Politik ist eindeutig: Sie schreibt die Nutzung der KWK zur Stromerzeugung und den Einsatz bestimmter Brennstoffe vor. Bereits 1985 wurde mit dem so genannten „Kohle-Stopp“ der Bau von kohlegefeuerten Kraftwerken zugunsten heimischer Rohstoffe (in erster Linie Gas) untersagt.

Die dänische Energiepolitik der letzten Jahrzehnte führte dazu, dass es in Dänemark heute (Stand 2006) ca. 670 KWK-Anlagen und 230 Fernwärmeerzeugungsanlagen gibt. Es gibt sowohl zentrale als auch dezentrale Anlagen: Während die 16 *zentralen* Anlagen ursprünglich der Stromerzeugung dienten, bevor sie in kombinierte Anlagen umfunktioniert wurden, dienten die *dezentralen* Anlagen vor ihrer Umwandlung i.d.R. ausschließlich der Wärmeerzeugung. Die zentralen Anlagen sind Eigentum großer Energieunternehmen, die dezentralen Anlagen befinden sich vor allem in der öffentlichen Hand oder werden von den Nutzern direkt betrieben. Hinzu kommen rund 380 Anlagen der industriellen KWK, die jedoch in erster Linie für die Eigenversorgung produzieren. Heute werden 41 Prozent des dänischen Stroms und 81 Prozent der Fernwärme in KWK-Anlagen erzeugt.

Die Preisstruktur bzw. finanzielle Förderung des KWK-Stroms ist abhängig vom eingesetzten Brennstoff und läuft in der Regel 15 bis 20 Jahre ab Netzanschluss. Während für Strom, der

aus Gas oder Müll erzeugt wird, Vergütungen zwischen 4,2 und 5,6 Eurocent pro Kilowattstunde erreicht werden können, wird bei Biomasse-Anlagen für die ersten zehn Jahre eine Vergütung in Höhe von 8,5 Ct/kWh, dann für weitere zehn Jahre in Höhe von 5,6 Ct/kWh gewährt.

Fernwärme hat den größten Anteil an der Versorgung mit Wärmeenergie in Dänemark. Im Jahr 2000 waren knapp 60 Prozent der Haushalte an das Fernwärmenetz angeschlossen. Über 80 Prozent der zur Verfügung gestellten Wärme wird dabei in KWK erzeugt. Verbraucher, die einen Zugang zu einem Fernwärmenetz haben, sind verpflichtet, sich anzuschließen. Seit 1988 ist zudem die Installation von Elektroheizungen in Neubauten verboten. Dieses Verbot wurde 1994 auf Elektroinstallationen in warmwasserbasierten Zentralheizungen auch für den Bestand ausgeweitet¹². Durch diese Maßnahmen wurde und wird die Investitionssicherheit für Fernwärme-Versorgungsunternehmen verbessert.

Niedrige Wärmepreise werden über eine Non-Profit-Regelung garantiert. Diese verbietet es, Fernwärme zu Preisen zu verkaufen, die oberhalb der Kostendeckung liegen. Dadurch liegt der Fernwärmepreis rund 40 Prozent unter dem einer entsprechenden Ölheizung. Kommt es für die Verbraucher durch den Anschlusszwang zu Mehrkosten im Vergleich zur herkömmlichen Öl- oder Gasversorgung, können sie Kompensationszahlungen in Anspruch nehmen. Dementsprechend hoch ist der Anschlussgrad in den bestehenden Fernwärmenetzen (ca. 90 Prozent).

Ein nicht unwesentlicher Aspekt des dänischen Fernwärmesystems ist, dass in vielen Fällen die Verbraucher Ableseeinrichtungen in ihren Wohnungen haben. Dadurch wird eine direkte Kontrolle des eigenen Wärmeenergieverbrauchs ermöglicht.

Der dänische Erfolg bei der Steigerung der Energieeffizienz ist beeindruckend. Die Endenergienachfrage ist seit Mitte der Siebziger Jahre leicht gesunken. Dass der Primärenergiebedarf dennoch gleich geblieben ist, lässt sich durch Exportzuwächse erklären. Im Jahr 2003 lag die Energieintensität Dänemarks, gemessen als Verhältnis von Primärenergiebedarf zu Bruttoinlandsprodukt, bei 0,127 Tonnen Öl-Äquivalent pro 1.000 US-Dollar. Er liegt damit 35 Prozent unter dem IEA-Durchschnitt und ist der drittniedrigste Wert aller IEA-Staaten (hinter Japan und der Schweiz) und der niedrigste Wert aller EU-Staaten (vgl. auch Abb. 4-2). Dies ist auch insofern bemerkenswert, da das Land durch kalte Winter geprägt ist und über einen hohen Lebensstandard verfügt. Allerdings wirkt sich das Fehlen einer energieintensiven Industrie strukturell mindernd auf den dänischen Energieverbrauch aus.

Insbesondere die Anteile der KWK beim Strom (41 %) und bei der Fernwärme (81 %) liegen deutlich über dem europäischen Durchschnitt (KWK-Stromanteil der EU-25 lt. Eurostat 2004: 10,2%). Dänemark kann als ideales Beispiel dafür angesehen werden, wie sich trotz relativ niedriger Bevölkerungsdichte (also tendenziell höheren Fernwärmetransport- und Verteilkosten) durch eine langfristig angesetzte und kontinuierlich umgesetzte Politik erhebliche Erfolge bei der energieeffizienten Energiebereitstellung mittels KWK erzielen lassen.

Durch Anreizsysteme, wie beispielsweise die finanzielle Förderung des Umstieges von Stromheizung auf Fernwärme, sollen zukünftig noch bessere Ergebnisse erzielt werden.

¹² Voraussichtlich wird jedoch jetzt eine Ausnahmeregelung eingeführt, die die Verwendung einer Elektroheizung für neue Gebäude mit sehr niedrigem Energiebedarf zulässt.

3.2 Niederlande

Im Jahr 2006 hatten die Niederlande 16,3 Millionen Einwohner. Der Bevölkerungsanstieg von acht Prozent seit 1990 liegt klar über dem Durchschnitt der Europäischen Union. Die Bevölkerungsdichte der Niederlande liegt bei rund 481 Einwohnern je Quadratkilometer und damit deutlich höher als in den Vergleichsländern Deutschland (231) und Dänemark (125). Die folgenden Ausführungen zur Energiestruktur und Energipolitik des Landes basieren vorwiegend auf (OECD/IEA 2004).

In 2002 lag der **Primärenergieverbrauch** der Niederlande (Abb. 3-6) bei 77,9 Millionen Tonnen Öl-Äquivalent und damit 17 Prozent über dem 1990er Wert. Gas machte dabei einen Anteil von 46 Prozent, Öl 38 Prozent, Kohle 11 Prozent, Erneuerbare und Abfälle zwei Prozent und Kernkraft gut ein Prozent aus. 77 Prozent des Primärenergieverbrauchs werden durch inländische Produktion abgedeckt.

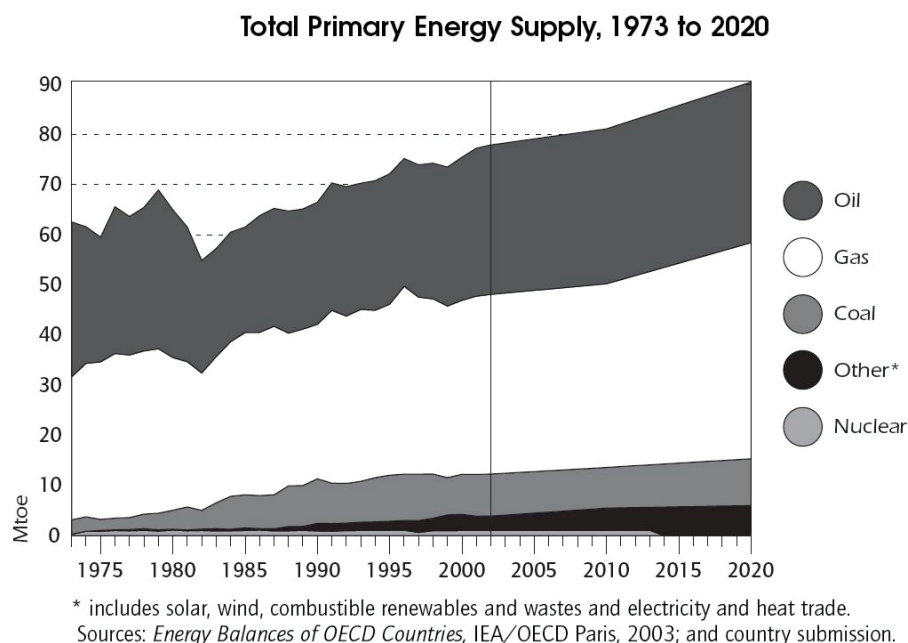


Abb. 3-6 Primärenergieverbrauch in den Niederlanden 1973 bis 2020 nach Energieträgern

Quelle: OECD/IEA (2004)

Der **Endenergieverbrauch** (Abb. 3-7) lag in den Niederlanden in 2002 bei 60 Millionen Tonnen Öl-Äquivalent und damit ebenfalls 17 Prozent über dem Wert von 1990. Der Endenergieverbrauch setzt sich zusammen aus 42 Prozent Öl, 38 Prozent Gas, 14 Prozent Strom, 4 Prozent Wärme, 1 Prozent Kohle und 0,4 Prozent erneuerbaren Energiequellen. Der dominante Energieträger bei der Wärmeversorgung ist Erdgas mit einem Marktanteil von 95 Prozent, was sich durch die landeseigenen Vorkommen erklären lässt.

Total Final Consumption by Source, 1973 to 2020

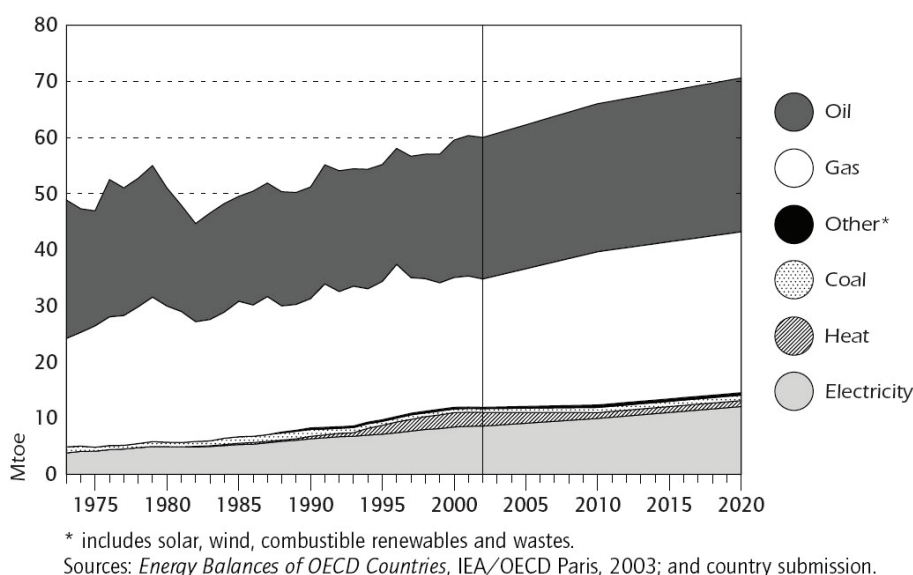


Abb. 3-7 Endenergieverbrauch in den Niederlanden 1973 bis 2020 nach Energieträgern

Quelle: OECD/IEA (2004)

Im Gegensatz zu Dänemark war und ist die Energienachfrage in den Niederlanden durch den industriellen Sektor dominiert, gefolgt vom Verkehrssektor, der in den vergangenen Jahren starke Zuwächse erfahren hat. Die Energienachfrage im Haushaltssektor hat seit etwa Beginn der Achtziger Jahre tendenziell abgenommen (Abb. 3-8).

Total Final Consumption by Sector, 1973 to 2020

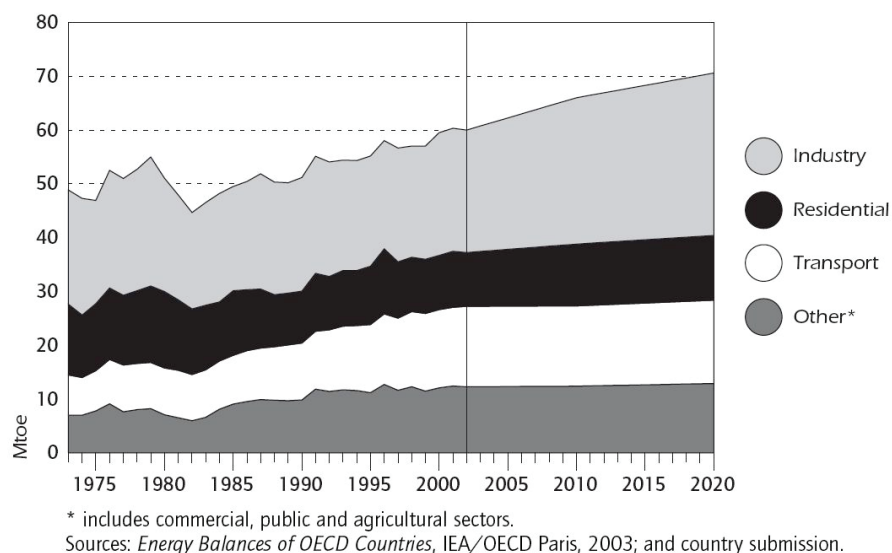


Abb. 3-8 Endenergieverbrauch in den Niederlanden 1973 bis 2020 nach Sektoren

Quelle: OECD/IEA (2004)

Strom wird in den Niederlanden seit über dreißig Jahren überwiegend auf Erdgasbasis erzeugt (Abb. 3-9). Zweitwichtigster Brennstoff für die Stromerzeugung ist die Kohle. Auch in den Niederlanden spielen die erneuerbaren Energieträger (Wasser, Wind, Biomasse, PV) etwa seit Mitte der Neunziger Jahre verstärkt eine Rolle.

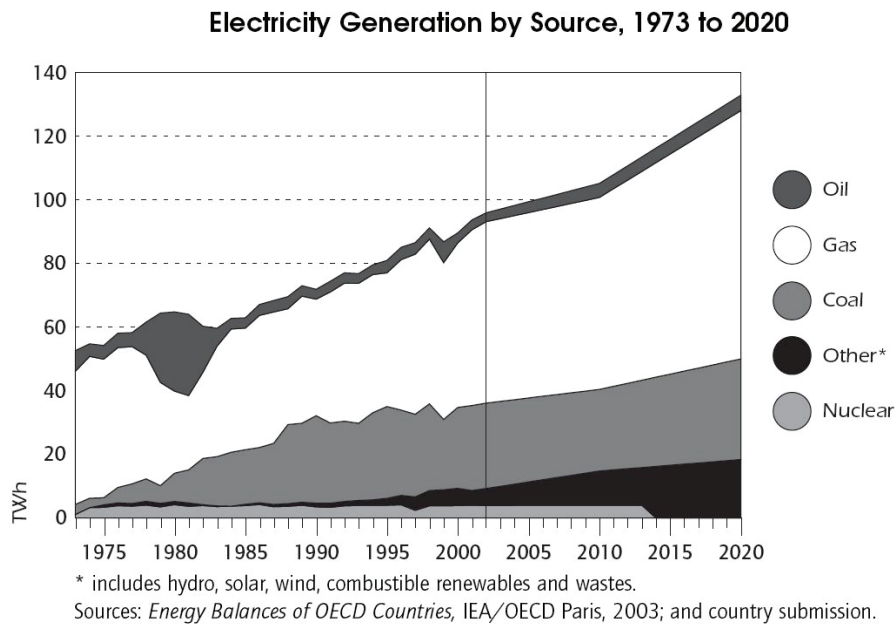


Abb. 3-9 Stromerzeugung in den Niederlanden 1973 bis 2020 nach Energieträgern

Quelle: OECD/IEA (2004)

Der Energiemarkt der Niederlande ist gekennzeichnet durch eine zunehmende Liberalisierung. Politische Instrumente mit dem Fokus der Energieeffizienzsteigerung zielen mehr und mehr nicht nur auf die Reduktion des Energieverbrauchs, sondern auf die Minderung der CO₂-Emissionen. Beispielhaft sind hier Vergünstigungen für KWK ab dem Jahr 2004 zu nennen.

Laut IEA liegt die installierte KWK-Kapazität derzeit schätzungsweise bei 7.500 MW_{el}, statistische Unsicherheiten ergeben sich daraus, dass kleinere Einheiten nicht erfasst sind. Die Wärmekapazität wird auf 13.000 MW geschätzt. Eine Besonderheit ist dabei, dass 3.800 KWK-Anlagen mit einer Kapazität von 1.500 MW_{el} Gewächshäuser mit Energie versorgen (IEA 2004).

275.000 Haushalte, dies entspricht einem Anteil von vier Prozent, sind an zentrale Fernwärmenetze mit einer Gesamtlänge von 3.700 Kilometern angeschlossen. Anders als in Dänemark liegt das Gewicht der KWK in den Niederlanden auf dezentralen Anlagen. Es wird deutlich, dass die aktive Unterstützung und Förderung seitens der Politik zu hohen Ausbaugraden der KWK in den Niederlanden geführt hat. Abb. 3-10 skizziert den Ausbau der KWK, welcher vorwiegend in der Periode von 1985 bis 1995 stattfand. Wie zu erkennen ist, entfällt über 50% der KWK-Leistung auf den industriellen Sektor (davon etwa die Hälfte in der chemischen Industrie), gefolgt von Anwendungen in der Fernwärme (27%) und als Gasmotor-BHKW.

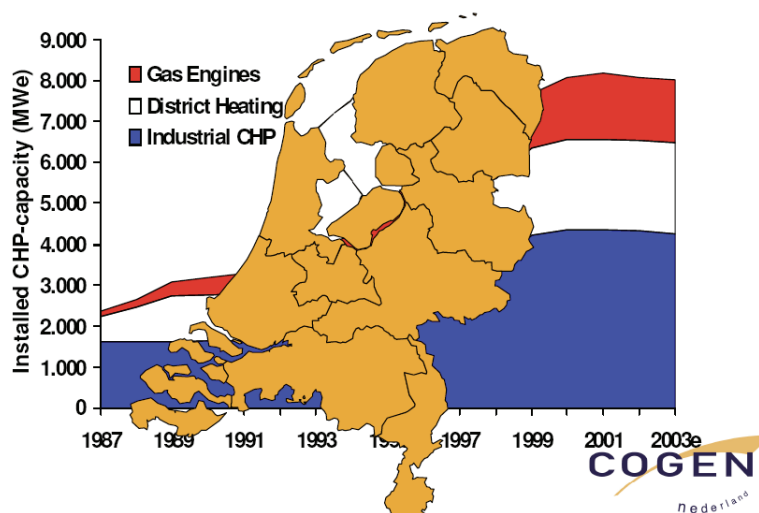


Abb. 3-10 Entwicklung der KWK-Kapazität zwischen 1987 und 2003 (Industrielle KWK / Fernwärme / BHKW)

Quelle: den Blanken (2006)

Eine erste Ausbauphase Ende der 70er bis Ende der 80er führte zu einem Aufbau zentraler Heizkraftwerke mit in der Summe rund 1.000 MW und weitere rund 1.700 MW in dezentralen Anlagen. Ende der 80er entsprach dies einem Anteil von rund 16 Prozent der gesamten installierten Kraftwerkskapazität.

Hervorzuheben ist, dass bereits 1987 eine klare organisatorische Trennung zwischen der Produktion in Großkraftwerken, dem Transportnetz und der regionalen Verteilerunternehmen eingeführt worden war. Dadurch wurde die Marktmacht der ursprünglichen Verbundunternehmen geschwächt, so dass die vorher oft übliche Praxis des „Auskaufens“ von KWK-Projekten beendet werden konnte (Traube 2005).

Verschiedene Politikinstrumente zielten auch in den Neunzigern auf eine verstärkte Nutzung der KWK ab. Zu nennen sind hier

- Investitionszuschüsse bis zu 17,5 Prozent (gültig bis 1995),
- die Verpflichtung für Energieerzeugungsunternehmen, in KWK-Anlagen erzeugten Überschussstrom zu Preisen der zentralen Erzeugung abzunehmen (gültig bis 1995),
- Befreiung von der Zahlung von Netzdienstleistungen (beispielsweise Durchleitungsgebühren) (bis 1997),
- vergünstigte Gasbezugspreise über Gasunie (Eigentümer des Onshore-Gasnetzes und zuständig für Verkauf und Transport des geförderten Gases; zu 50 Prozent in staatlicher Hand) (gültig bis 2000).

Nicht unwesentlich ist auch die Gründung einer Agentur (Projektbüro WarmteKracht) zur fachlich-planerischen Unterstützung von KWK-Projekten, die zum entscheidenden Akteur auf dem Markt wurde.

Eine Verdopplung der KWK-Kapazität in den 90ern war die Folge der skizzierten Politik. Der Anstieg war derart stark, dass die zentrale Erzeugung reduziert werden musste, um sich den Überschüssen anzupassen. Die Entwicklung der KWK leistete in dem Zeitraum 1990 bis 2000 - unter allen Politikinstrumenten – den größten Beitrag zur CO₂-Emissionsminderung

und Energieeinsparung (ca. 100 PJ des nationalen Energieverbrauchs von 2.400 PJ). Mit Vermeidungskosten von ca. 25 EUR/t_{CO2} zählt sie außerdem zu den preiswertesten CO₂-Minderungsmaßnahmen (den Blanken 2006).

Der hohe KWK-Strom-Anteil (35% im Jahr 2000) im niederländischen Energiesystem vor der Marktreform bedeutete, dass er von Anfang an in die Neugestaltung des Strommarktes mit aufgenommen werden musste. Es gibt daher einige Bevorzugungen für dezentrale Versorgungssysteme, unter anderem KWK (z.B. Befreiung von Durchleitungsgebühren für Erzeugungsanlagen unter 10 MW). Einige kleine Kraftwerke konnten bis zur Marktliberalisierung in 2004 ihren Strom direkt an die regionalen Netzbetreiber verkaufen, die verpflichtet waren, ihn abzunehmen. Diese Vergünstigungen existieren seit der Marktreform nicht mehr.

Die **Marktliberalisierung** hatte teilweise einen erheblichen Einfluss auf den KWK-Markt. Seit 2001 stagniert der KWK-Ausbau (vgl. Abb. 3-10). In Folge des Unbundling auf dem Strommarkt wurden der Besitz sowie der Betrieb von Kraftwerken und Netzen getrennt. Diese Aufteilung unterstützt den Wettbewerb, verhindert aber Investitionen der Versorger zur Unterstützung der lokalen Netze. Generell sind die Strompreise gefallen. KWK-Anlagen-Betreiber, die vorher Gas zu vergünstigten Konditionen beziehen konnten, müssen dieses nun zu Wettbewerbsbedingungen erwerben und sehen sich dadurch finanziellen Einbußen ausgesetzt. Umweltfreundliche, aber hochbesteuerte Erdgas-KWK-Anlagen haben nun häufig gegenüber importiertem Strom aus subventionierter bzw. (energie-)steuerbefreiter Kohle das Nachsehen.

Unterstützungsmaßnahmen, in erster Linie steuerlicher Art, um die finanziellen Schwierigkeiten abzuwenden, traten 2000 in Kraft. So wurden Ausnahmenregelungen (bzw. Rückerstattungen) von der Energiesteuer für KWK-Strom beschlossen. Für die Jahre 2001, 2002 und 2003 lag die Rückerstattung (bzw. Vergünstigung ab 2003) bei 5,7 Euro je MWh, die ins Netz eingespeist wurde. In 2004 wurde das Anreizsystem umgestellt und basiert nun auf dem CO₂-Minderungspotenzial der KWK-Kraftwerke.

4 Ergebnisse der Länderanalysen und Übertragbarkeit auf Deutschland

Im den folgenden Abbildungen ist ein Vergleich der Primärenergieverbräuche (Abb. 4-1) sowie der Energieintensitäten pro Geldeinheit (Abb. 4-2) in den IEA-Ländern, darunter insbesondere Dänemark, Deutschland und den Niederlanden, wiedergegeben.

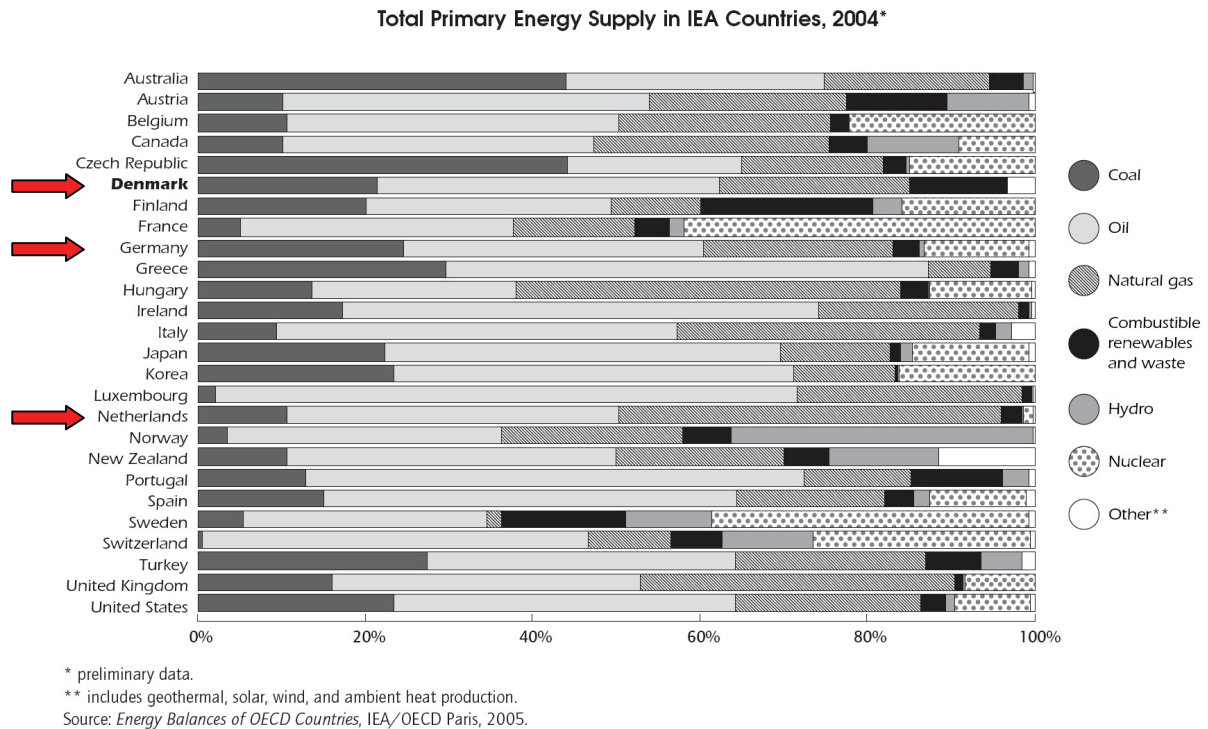


Abb. 4-1 Primärenergieverbrauch in IEA-Ländern (2004)

Quelle: OECD/IEA (2006)

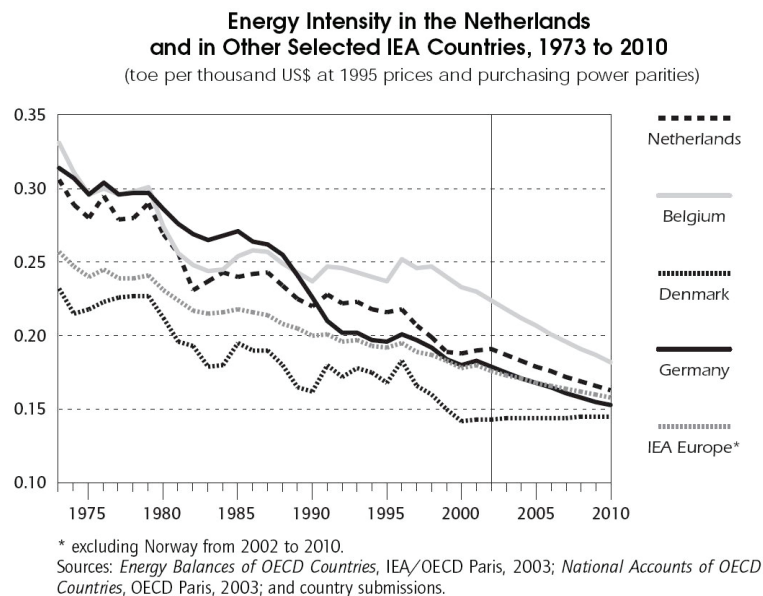


Abb. 4-2 Vergleich der zeitlichen Entwicklung der Energieintensität pro Geldeinheit in ausgewählten IEA-Ländern (1973 bis 2002)

Quelle: OECD/IEA (2004)

In Tab. 4-1 sind zusätzlich zu allgemeinen energiespezifischen Angaben vergleichende Daten zur KWK-Struktur in den drei betrachteten Ländern wiedergegeben.

Tab. 4-1 Strukturdatenvergleich zwischen Deutschland, Dänemark und den Niederlanden

	DK	NL	D
Bevölkerung (Millionen)	5,4	16,33	82,5
Bevölkerungsdichte (Einwohner/km ²)	125	481	231
BSP (Millionen 2000 USD)	166,4	398,5	1.952,7
Primärenergiebedarf (Mtoe)	20,07	82,1	348,0
Endenergienachfrage (Mtoe)	15,62	63,3	251,7
Primärenergiebedarf pro Kopf (toe)	3,72	5,05	4,22
Endenergienachfrage pro Kopf (toe)	2,89	3,89	3,05
Anzahl der Fernwärmeunternehmen	400	17	224
Anzahl der KWK-Anlagen	301	42	657 ¹³
Anzahl der KWK-Fernwärme-Anlagen	130	126	k.A.
Wärmeerzeugungskapazität (ohne Industrie) (MW)	14.110	4.340	43.854 ¹⁴
Mit KWK (MW)	10.159	2.545	23.242
Ohne Stromerzeugung (MW)	3.951	1.790	k.A.
Von industriellen Anlagen (MW)	k.A.	k.A.	k.A.
Stromerzeugungskapazität	k.A.	k.A.	k.A.
Wärmenachfrage (MW)	28.644	3.790	k.A.
Eingesetzte Energieträger für KWK-Strom und Fernwärme (%)	100	100	100
Kohle (%)	24	0	57
Öl (%)	7	0	0
Gas (%)	30	92	36
Abfall (%)	23	0	7
Erneuerbare (%)	15	0	0
Andere (%)	0	8	0
Ins Netz eingespeiste Wärme (GWh)	32.527	6.225	89.829
Gelieferte Wärme mit Stromerzeugung (GWh)	24.153	6.010	k.A.
Gelieferte Wärme für industrielle Nutzung (GWh)	k.A.	k.A.	k.A.
Gelieferte Wärme durch die Industrie (GWh)	1.056	k.A.	k.A.
Veränderung in der Wärmelieferung (%)	k.A.	4,3	k.A.
Wärmelieferung an Endverbraucher (GWh)	26.111	5.305	k.A.
Trassenlänge Fernwärme (km)	26.824	3.893	18.702

Quelle: OECD/IEA 2006a (Teil 1); EuroHeat & Power 2005 (Teil 2)

¹³ Zahlen aus: AGFW (2005): Hauptbericht der Fernwärmeversorgung 2004. Frankfurt am Main

¹⁴ Zahlen aus: AGFW (2005): Hauptbericht der Fernwärmeversorgung 2004. Frankfurt am Main (hier: gesicherte Wärmeengpassleistung)

Aus den vorliegenden Daten und unter Auswertung der einschlägigen Literatur, insbesondere Mez (1999), können folgende Schlussfolgerungen abgeleitet werden:

- Der Vergleich ausgewählter Strukturdaten verdeutlicht die Schwierigkeiten der Übertragbarkeit des dänischen und niederländischen Erfolgsmodells auf die Situation in Deutschland.
- Die Bevölkerungsdichte, die als Indikator für die Eignung netzgebundener Wärmeversorgung dienen mag, ist in Dänemark (DK), dem Land mit der meisten Fernwärmeversorgung am niedrigsten. In den Niederlanden (NL), wo vor allem die BHKW-Versorgung ausgeprägt ist, ist sie am höchsten. Der deutsche Wert liegt zwischen den beiden Vergleichsländern.
- Ähnliches gilt für den Primärenergiebedarf und die Endenergienachfrage pro Kopf. In beiden Fällen weist DK die günstigsten, NL die höchsten Werte auf. Deutschland liegt wiederum in beiden Fällen dazwischen.
- Anhand dieser Beispiele lässt sich bereits erkennen, dass weniger die strukturellen Gegebenheiten in den Ländern ausschlaggebend für die KWK-Energieversorgung sind, sondern vielmehr ein hohes Gewicht auf die politische Weichenstellung fällt.
- Ein intensiver KWK Ausbau wird grundsätzlich durch staatliche Maßnahmen angesprochen.
- Die Energiepreiskrisen von 1973 und 1979 waren Schlüsselereignisse und gaben den Anstoß für die verstärkte Nutzung in DK und NL.
- In den Vorreiterstaaten hat der Staat frühzeitig die Rolle des eigenständigen (energie-) politischen Akteurs übernommen.
- Entscheidender Faktor war auch die Bereitschaft der Stromwirtschaft, den KWK-Ausbau umzusetzen.
- Staatliches Engagement hat die Rahmenbedingungen geschaffen, die das Interesse der EVU an KWK geweckt haben.
- Die Energieversorgung wird deutlich stärker als in Deutschland als staatliche oder regional-kommunale Aufgabe wahrgenommen; der wirtschaftlichen bzw. politischen Durchsetzungsfähigkeit der EVUs werden dadurch Grenzen gesetzt.
- Der technische und organisatorische Zentralisierungsgrad des Energieversorgungssystems spielt eine wesentliche Rolle bei der Entscheidung, ob zentrale oder dezentrale KWK-Lösungen vorgezogen werden.
- Staatlicher Handlungsspielraum wird demnach auch durch die Politik der vorhergehenden Jahrzehnte geprägt, was in Deutschland mit Blick auf die KWK-Politik ein wichtiger Aspekt sein dürfte.
- Die Ausgestaltung der KWK-Politik und der fördernden Maßnahmen hängt wesentlich von der (energie-) politischen Tradition ab.

- In DK waren eine stark ordnungsrechtliche Ausgestaltung der Energiepolitik, eine hohe Akzeptanz staatlicher Eingriffe bei der Daseinsvorsorge und ein breites Verständnis staatlicher Lenkungscompetenz anzutreffen.
- Auch in NL trat der Staat als starker Verhandlungsführer auf, zeigte sich jedoch konsensorientiert.
- Die Regierung in NL beschränkte sich auf die Gestaltung der elektrizitätswirtschaftlichen Rahmenbedingungen für den Wettbewerb. Der fortgesetzte Ausbau auch nach Beendigung der niederländischen Investitionsförderung zeigt, dass so auf fiskalische Unterstützung der KWK weitgehend verzichtet werden konnte.
- Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass in den Beispielländern NL und DK nicht wie in Deutschland ein föderales System herrscht. Eine Übertragbarkeit der Politiken aus den Beispielländern auf die Bundesrepublik muss daher unter diesem Aspekt gesehen werden. Aber auch föderalistisch regierte Länder konnten mit ihrer Energiepolitik einen deutlich höheren KWK-Anteil erreichen (Bsp.: Österreich).
- Zum einen sind flankierende Maßnahmen zur Verstärkung des Nachfragedrucks erforderlich. Auf der Angebotsseite erscheint die Verbindung von flexiblen Auflagen mit ökonomischen Anreizinstrumenten sowie angepasste Regulierungen als optimal.
- In NL und DK hatte unter anderem die Einführung der CO₂-Steuer eine herausragende Bedeutung und Wirkung (Synergie- und Modernisierungseffekte). Der Instrumentenmix war jedoch das entscheidende.
- In NL (und Finnland) ging die Entwicklung der KWK in starkem Maße von der Industrie aus. Dies war möglich, da klare Regelungen auf einen fairen Wettbewerb zielten.
- Das in Deutschland als Hemmnis-Grund angeführte Argument des Konkurrenzdrucks durch hohe Anteile der wirtschaftlicheren Erdgasversorgung lässt sich am Beispiel NL widerlegen: Trotz 2/3-Erdgasanteil am Wärmemarkt ist dort eine Verdopplung des Fernwärmeanteils gelungen.
- Bilanzen der Anlagenbetreiber aus DK beweisen, dass sich Fernwärme rechnet und unter den Kosten einer Heizöl basierten Versorgung liegt.
- Ein wesentlicher Faktor für den Erfolg der Fernwärme in DK liegt in den ausgesprochen geringen Verlegungskosten der Fernwärmeleitungen. Diese liegen bei rund einem Drittel der in Deutschland üblichen Kosten¹⁵.

In Tab. 4-2 sind die wichtigsten Erfolgsfaktoren in Form von Rahmenbedingungen, Akteuren und Politikmaßnahmen für die Nachbarländer Dänemark und Niederlande zusammenfassend dargestellt.

¹⁵ Dies hat zum einen technische Gründe (Verwendung kleinerer Leitungsdurchmesser in skandinavischen Ländern; Verwendung von Duo-Rohren, in denen Vor- und Rücklauf in einer Leitung integriert wird) als auch organisatorische Gründe (in Deutschland üblicher Einkauf in Stücklisten; Deutsche Sondernormen; besonders hohe Kontrollanforderungen in Deutschland) (nach Alstom 2005).

Weitere, u.a. auch aktuellere Tendenzen, die sich noch nicht umfassend in der Literatur niedergeschlagen haben, finden sich z.T. im nachfolgenden Kapitel zu den Ergebnissen aus den Experteninterviews.

Tab. 4-2 Highlights (Erfolgsfaktoren) der KWK-Entwicklung in Dänemark und den Niederlanden

	Besondere Merkmale in Struktur und Entwicklung des Energieaufkommens	Phasen des KWK-Ausbaus und wichtigste Faktoren	Politische Instrumente und Maßnahmen	Wichtigste Akteure
DK	<ul style="list-style-type: none"> Primärenergieverbrauch 2003: 869 PJ, seit 1980 stagnierend Seit 1990 starker Rückgang des Kohleverbrauchs In 2003 rund 40 % des Stroms und 80 % der Fernwärme in KWK produziert Stromerzeugung 2003: Kohle 54,7 %, Erdgas 21,2 %, Wind 12,0 %, Biomasse 6,8 %, Öl 5,1 % 	<ul style="list-style-type: none"> Nutzung von Fernwärme und KWK bereits seit den 20er Jahren Phase 1 (1976-84) durch Fernwärmepolitik Phase 2 (1985-89) Umbau von Heizwerken Phase 3 (1990-98) Erschließung der dezentralen KWK seit 1992 Umstellung von Elektroheizungen auf Fernwärme 	<ul style="list-style-type: none"> Energiepläne (1976, 1981, 1990, 1996) Wärmeplanung Vereinbarung von 1986 (450 MW) Stromsteuer, 1992 ergänzt durch CO₂-Abgabe Umrüstung aller HW auf HKW Zuschüsse zum KWK-Ausbau über ökologische Steuerreform Energiesparfonds Unabhängige Energieaufsicht 	Regierung Parlament Stromwirtschaft Stadtwerke
NL	<ul style="list-style-type: none"> Primärenergieverbrauch 2002: 3.261 PJ Reiche Erdgasvorkommen Zentrale Stromversorgung in 2002: 96 TWh Gas 59,4 %, Kohle 28 %, Erneuerbare 4,3 %, Kernkraft 5,6 %, Öl 2,9 % 	<ul style="list-style-type: none"> Phase (1978-87) KWK-Anlagen der öffentlichen Versorger politisch forcierter Ausbau seit 1988 	<ul style="list-style-type: none"> Entbündelung der Stromwirtschaft durch Elektrizitätsgesetz von 1989 Verhandlungen mit den Verteilern zur CO₂-Reduktion Investitionszuschüsse Garantierte Einspeisevergütung für dezentrale Erzeugung zu verminderten Bezugskosten Konkrete Zielsetzung in Memorandum der Regierung KWK Förderprogramm 	Regierung Agentur zur Förderung der KWK Industrie und Verteiler

Quelle: Mez 2001 / eigene Angaben

5 Ergebnisse der Experteninterviews

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus den Experteninterviews wiedergegeben. Es wurden Experten aus verschiedenen Akteursbereichen (Verbände der KWK, Strom- und Gasversorgung, Wohnungswirtschaft sowie Wissenschaftliche Institute und Hochschulen) um eine Stellungnahme zur KWK gebeten. Folgende Akteure aus Deutschland, Dänemark und den Niederlanden wurden angefragt (Aufzählung in alphabetischer Reihenfolge):

Akteure aus Deutschland

- Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft (AGFW) e.V.
- Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch (ASUE) e.V.
- BHKW-Infozentrum Rastatt
- Bremer Energie Institut (BEI)
- Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung (B.KWK)
- Bundesverband deutscher Wohnung- und Immobilienunternehmen (GdW)
- Deutsche Energie-Agentur (Dena) GmbH
- Deutsche Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Technische Thermodynamik (ITT)
- Freie Universität Berlin (Forschungsstelle für Umweltpolitik)
- Uni Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER)
- Verband der Elektrizitätswirtschaft (VDEW) e.V.
- Verband kommunaler Unternehmen (VKU) e.V.
- Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft (VIK) e.V.

Akteure aus Dänemark

- Danish District Heating Association
- Danish Energy Authority
- OPET - Combined Heat and Power / District Heating Project (Danish Technological Institute)
- Roskilde University (Dept. of Environmental, Social and Spatial Change)

Akteure aus den Niederlanden

- Cogen Nederland

Von den 13 angefragten Akteuren aus Deutschland haben insgesamt acht an der Befragung teilgenommen, davon fünf in Form von telefonischen Interviews (je ca. 1 bis 1 ½ h Dauer) sowie drei in schriftlicher Äußerung. Von den ausländischen Akteuren hat jeweils ein Institut aus Dänemark und eins aus den Niederlanden die Fragen beantwortet (in schriftlicher Form). Die Fragenkataloge für die deutschen bzw. ausländischen Interviewpartner sind im Anhang des Berichtes wiedergegeben.

Zusätzlich zum Auftrag wurden noch persönliche Informationen aus dem schwedischen Wirtschaftsministerium verwertet, die in eine kurze Analyse zur KWK-Situation in Schweden eingegangen sind (s. Exkurs in Kap.5.4).

Die Befragung insbesondere der ausländischen, aber auch der deutschen Akteure erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit bzw. Repräsentativität. Bei der im Folgenden gegebenen Darstellung der Ergebnisse ist zu beachten, dass es sich um die Zusammenfassung der Aussagen verschiedener interviewter Experten handelt und insofern zum Teil subjektive Meinungen widerspiegelt.

5.1 Experten aus Deutschland

Die Leitfragen zu den Experteninterviews (s. Anhang Kap. 8.6) sind dreigliedrig strukturiert: Im ersten Teil wird allgemein nach Hemmnissen bzw. bremsenden Akteuren auf der einen Seite sowie nach fördernden Faktoren bzw. Treibern auf der anderen Seite gefragt. Der zweite Teil des Fragebogens befasst sich mit den energiepolitischen Rahmenbedingungen der KWK in Deutschland, während der dritte Teil Erfahrungen aus dem Ausland thematisiert.

Da je nach Leistungsgröße bzw. auch nach Branche der Betreiber (öffentlich, EVU, privat, Industrie) die Hemmnisse und fördernden Faktoren sich sehr unterschiedlich auswirken können, wird bei der Beantwortung der Fragen i.d.R. folgendermaßen unterschieden zwischen

- großer / zentraler KWK (Fernwärme und BHKW $> 2 \text{ MW}_{\text{el}}$)
- kleiner / dezentraler KWK (Nahwärme und Objektversorgung $< 2 \text{ MW}$)
- Mikro-KWK (Objektversorgung $< 10 \text{ kW}_{\text{el}}$)
- Industrieller KWK (ohne Größenangabe, i.d.R. jedoch $> 100 \text{ kW}_{\text{el}}$).

5.1.1 Hemmnisse beim KWK-Ausbau in Deutschland

a) große KWK (Fernwärme, zentral)

Als eines der größten Probleme insbesondere der zentralen KWK wird die **langfristige Kapitalbindung** bei gleichzeitig **unsicheren Absatzmärkten** u.a. aufgrund des demographischen Wandels und wegen potentieller Abwanderung von Industriebetrieben angesehen. Für einen nachhaltigen Ausbau der KWK ist Weitsicht und Langfristplanung erforderlich, die häufig in liberalisierten Märkten mit **kurzfristigem Erfolgsdruck** und **hohen Renditeerwartungen** einen schweren Stand hat.

Des Weiteren fehlt häufig - im Hinblick auf die möglicherweise konkurrierenden Erdgas- und Fernwärmeversorgungsstrukturen - eine **systemische Sichtweise** zu Gunsten der KWK. Dies betrifft sowohl die zuständigen Strukturen bzw. Abteilungen innerhalb eines Energieversorgungsunternehmens (EVU) als auch ihr Verhältnis zu weiteren beteiligten Akteuren (Betreiber, Behörden, Politik...). Es fehlt sozusagen an einem gemeinsamen „runden Tisch“.

Sehr erschwerend wirkt sich in einigen Fällen die **Marktmacht / Konzentration** der großen Player in der **Gas- und Stromwirtschaft** auf Markteintrittsversuche neuer KWK-Akteure aus.

Von einem Interviewten wurde das Problem des „in sich geschlossenen Systems“ mit langfristigen Konzessionsverträgen (10 bis 20 Jahre), verfestigt durch entsprechenden Lobbyismus, beklagt. Teilweise wird auch eine „Nichtzuständigkeits-Philosophie“ für KWK-Belange auf kommunaler Ebene bzw. die **Trägheit großer und öffentlicher Unternehmen** allgemein konstatiert.

Ferner wurde auf die im Vergleich zu den Nachbarländern **hohen Kosten der Fernwärmeverteilung** hingewiesen: Als Gründe dafür werden fehlende Standardisierung bei Komponenten und technischen Vorschriften sowie hohe Vorlauftemperaturen über 100°C (woraus teure Übergabestationen und Sicherheitsvorkehrungen resultieren) genannt. Neben der schwierigen **Finanzierung** (hohe Anfangsinvestitionen) erweist sich die aufwändige **Genehmigungspraxis** bei der Realisierung von neuen Leitungen als hemmend.

b) kleine KWK (Nahwärme / Objektversorgung, dezentral)

Laut Aussagen eines KWK-Experten sind durch Vermeidung von Fremdstrombezug Anlagen ab einer Größe von ca. 100 kW_{el} i.d.R. „hochwirtschaftlich“ zu betreiben. Gut geeignete Anwendungsfälle sind z.B. Verwaltungsgebäude, die in wärmegeführter Betriebsweise mit Wärme zum Grenzkostenpreis beliefert werden können. Allerdings können vom vorgelagerten EVU einseitig festgesetzte **ungünstige Konditionen für Reststrombezug und Reservereistung** die Wirtschaftlichkeit in Frage stellen. Auch beim Netzanschluss gibt es immer wieder Konflikte mit dem Netzbetreiber z.B. bezüglich **Netzanschlusskosten**. Es wird außerdem berichtet, dass in jüngerer Zeit häufiger ein mit fluktuierender Windstromeinspeisung begründetes „Netzsicherheitsmanagement“ gefordert würde, das im Falle hoher EEG-Einspeisung ins Netz eine **Zwangsabschaltung** der KWK-Anlage vornehmen soll. Ungeachtet der Frage, ob eine solche technische Maßnahme sinnvoll bzw. angemessen ist, ist alleine eine solche Androhung lt. Interviewtem dazu geeignet, potenzielle Investoren (z.B. Banken) zu verunsichern. Insgesamt wird immer wieder von **Widerständen** aus den Reihen großer **Stromversorger** berichtet, deren Ursache in ihrer erodierenden Monopolstellung vermutet wird.

Daneben erschweren - im Vergleich zu reinen Wärmeerzeugungsanlagen - **hohe Anfangsinvestitionskosten** sowie ein relativ **hoher administrativer Aufwand** (u.a. Einspeisenachweis, Beantragung von Erdgas- und Stromsteuererstattung) die Verbreitung der kleinen KWK. Ein potenzieller Betreiber muss ferner bereit sein, **wirtschaftliche Risiken** zu tragen, die z.B. daraus erwachsen können, dass der Gaspreis schneller als die Stromvergütung steigen kann. Ebenso wie bei der Fernwärme gibt es auch bei der Nahwärme perspektivisch Probleme aufgrund der **sinkenden Wärmenachfrage** (Stichwort: Stadtrückbau). Die Investitionsbereitschaft wird dadurch deutlich gehemmt.

Während das **Risiko des Nicht-Anschlusses** einzelner Wohnungen in Neubaugebieten durch Regelungen im Bebauungsplan gemildert werden können (indem Nahwärme beispielsweise festgeschrieben wird), ist ein erzwungener Umstieg im Gebäudebestand nicht ohne weiteres durchsetzbar. Hier ist ferner auf das klassische **Nutzer-Investor-Dilemma** hinzuweisen mit den gegensätzlichen Interessen möglichst geringer Investitionskosten (für den Vermieter) auf der einen Seite und möglichst geringer Energiekosten (für den Mieter) auf der anderen Seite.

Für **Wohnungsunternehmen**, welchen als potenziellen Multiplikatoren eine hohe Bedeutung bei der Marktdurchdringung der kleinen KWK zukommen könnte, ist der Umgang mit KWK aus **steuerlichen Gesichtspunkten** kompliziert. Beispielsweise stoßen sie bei den Vergütungen für eingespeisten KWK-Strom an Grenzen: Wirklich nutzen können diese nur die großen, voll gewerbesteuerpflichtigen Unternehmen. Kleinere sind steuerbegünstigt, dürfen dafür aber nur in sehr begrenztem Umfang gewerbliche Einnahmen verzeichnen. Einspeisevergütungen gelten als solche Einnahmen und führen - wenn sie eine gewisse Grenze überschreiten - zum Wegfall der Steuervergünstigungen¹⁶.

Weitere Hemmnisse ergeben sich aus **Schwächen des KWKMod-Gesetz**: Insgesamt hat das KWKModG über lange Zeit **handwerkliche Fehler** aufgewiesen, die für viele Jahre Rechts- und Investitionsunsicherheit in der Szene bedeutete. Trotz einiger Nachbesserungen werden nach wie vor von mehreren Akteuren die **starren Grenzen von 50 kW_{el}** (unterhalb derer erfolgt eine relativ hohe Vergütung von 5,11 Ct/kWh) **bzw. 2 MW_{el}** (obere Grenze für Stromsteuerbefreiung von 2,05 Ct/kWh) kritisiert. Beide Grenzen werden als zu starr angesehen und verhindern häufig eine Auslegung der KWK-Anlage nach den tatsächlichen Wärmepotenzialen. Unklare Rahmenbedingungen führen außerdem bei der Auslegung des **EnWG** in der Praxis zu sehr unterschiedlichen vermiedenen **Netznutzungsentgelten** (Spannbreiten von 0,08 bis 2,0 Ct/kWh). Für Planer, Investoren und Betreiber resultiert daraus eine fehlende Investitionssicherheit.

Übereinstimmend haben mehrere der interviewten Akteure allgemeine **Informations- und Wahrnehmungsdefizite** feststellen müssen (z.B. in Bezug auf Technik, CO₂-Einspar- und Anwendungspotenziale der KWK). Als Ursachen hierfür werden mangelnde Ausbildung und Projekterfahrung von Architekten, Heizungsbauern, Planern usw. sowie insgesamt ein ungenügender Bekanntheitsgrad der KWK in der Öffentlichkeit genannt.

c) Mikro-KWK (Objektversorgung)

Im Gegensatz zur großen und kleinen KWK sind bei der Mikro-KWK bisher noch keine bzw. nur **wenige vollständig marktreife Technologien** verfügbar. Die **spezifischen Kosten** pro Kilowatt elektrischer Leistung sind bei kleineren Anlagen ohnehin deutlich höher. Darüber hinaus verschlechtert sich die Wirtschaftlichkeit zusätzlich dadurch, dass aufgrund relativ neuer Technologien und bislang nur **geringer Stückzahlen** die Kostensenkungspotenziale noch nicht entwickelt sind. Die Befragten sind sich darin einig, dass sich ohne eine Anschubfinanzierung der Markt der Kleinst-KWK nicht eigenständig entwickeln kann.

Das bei der kleinen KWK genannte Hemmnis des relativ **hohen Bürokratieaufwandes** für Betreiber (Anmeldungen beim Bafa, Hauptzollamt, Schornsteinfeger, EVU...) gilt insbesondere auch für die Mikro-KWK. Als junge Technologie leidet sie außerdem in besonderem Maße an dem bereits oben beschriebenen **Informationsdefizit**.

¹⁶ Ein solcher Konflikt wurde bereits mit dem Finanzministerium bei den Einspeisevergütungen für Photovoltaik-Strom nach EEG zuungunsten der Wohnungsunternehmen ausgetragen.

d) Industrielle KWK

Anders als bei der zentralen (öffentlichen) KWK, bei der Anlagen mit einer Lebensdauer von bis zu 50 Jahren (z.B. die FW-Netze) beispielsweise über 20 Jahre abgeschrieben werden können, werden in der Industrie häufig nur sehr viel kürzere Amortisationszeiten (i.d.R. unterhalb von 8 Jahren, teilweise noch weit darunter) toleriert. Dies kann dazu führen, dass durch „**überzogene Wirtschaftlichkeitserwartungen**“ bezüglich der Return-on-Investment-Zeiten“ über die Lebensdauer der Anlagen eigentlich hochwirtschaftliche KWK-Projekte dennoch nicht realisiert werden. Als Gründe für die kurzen ROI-Vorgaben werden zum einen eine an Quartalswerten orientierte kurzfristige Unternehmensdenkweise sowie die in einer globalisierten Welt latent vorhandene Gefahr der Verlagerung der Unternehmensstandorte in das Ausland gesehen.

e) KWK generell¹⁷

Einige der teilweise oben bereits angesprochenen Hemmnisse wirken generell übergreifend über verschiedene KWK-Größenbereiche bzw. Sektoren (öffentliche, gewerbliche, industrielle, private KWK). Ein solches universelles Hindernis stellt beispielsweise das **Informationsdefizit** bei Ausbildung und Hochschule (Behandlung der KWK nur als Randthema) sowie bei Planern, Architekten, Heizungsbauern etc. dar.

Ebenfalls bereits erwähnt wurde die perspektivische Unsicherheit in Hinsicht auf den zukünftig zu erwartenden Wärmebedarf: Der zunehmende **Wohnungsleerstand** in Städten (insbesondere in den neuen Bundesländern) sowie erfolgreiche Bemühungen bei der **Wärmedämmung im Gebäudebestand** führen tendenziell zur Reduzierung von Anschlusswert und abgenommenen Wärmemengen. Dieser Umstand unterstreicht die Notwendigkeit zur Entwicklung der dezentralen KWK zur Objektversorgung (kleine KWK und insbesondere Mikro-KWK), da diese eher in der Lage sind, auf den geänderten Wärmebedarf flexibel zu reagieren.

Als grundsätzlich problematisch erweist sich die gegenwärtige **Höhe**, aber auch die **Volatilität der Brennstoffpreise** (Erdgas, Heizöl, Pflanzenöl). Wirtschaftlichkeitsberechnungen reagieren sehr sensitiv auf eine Variation der Brennstoffpreise und lassen daher häufig keine verlässlichen Aussagen über die tatsächliche Rentabilität eines geplanten Projektes zu. Ähnlich schwierig kalkulierbar ist die **Entwicklung der Gestehungskosten** bei der ungekoppelten Energieerzeugung in konventionellen **Referenzsystemen**: Bei der zentralen KWK sind dies die zukünftig zu erwartenden Stromgestehungskosten (in Kondensationskraftwerken) und bei der kleinen KWK die zukünftig zu erwartenden Wärmegestehungskosten (z.B. in Erdgas, Heizöl- oder Biomasseheizungen).

Das **komplexe Steuerrecht** stellt insgesamt ein wesentliches Hemmnis dar.

Historisch betrachtet hat die Schaffung bzw. das Vorhandensein von **Überkapazitäten** im zentralen Kraftwerkspark bereits mehrfach zu einer jahrzehntelangen **Manifestierung zent-**

¹⁷ Siehe hierzu auch im Anhang in Kap. 8.4 weitere Anwendungsspezifische Hemmnisse, die in BEI/DLR 2005 beschrieben wurden.

raler Energieversorgungsstrukturen geführt (z.B. nach 1920 sowie vor 1998, dem Beginn der Strommarktliberalisierung). Ein Interviewter äußerte die Befürchtung, dass die nun anstehende Welle der Kraftwerkserneuerung erneut zu einer solchen Manifestierung zentraler Strukturen zugunsten großer Kondensationskraftwerke ohne Anwendung der KWK führen könnte¹⁸.

Wie bereits die notwendige Differenzierung bei der Analyse der Hemmnisse und der fördernden Faktoren zeigt, liegen bei der KWK sehr **inhomogene Strukturen** vor. Dies wirkt sich erschwerend auf die **Lobbyarbeit** aus, da die Interessenlage der großen, der kleinen, der Mikro-KWK sowie der industriellen KWK durchaus verschieden oder auch konträr zueinander sein können.

5.1.2 Fördernde Faktoren beim Ausbau der KWK in D, DK, NL

a) in Deutschland

Sofern man überhaupt von einem „Erfolg“ des KWKModG sprechen kann, so wurde von KWK-Akteuren zumindest die (erst nachträglich eindeutig gesetzlich festgelegte) **Mindestvergütung für eingespeisten KWK-Strom** genannt: Gemäß der Erstfassung vom 1. April 2002 überließ es das Gesetz den Betreibern von Anlage und Netz die Vergütung - wie es hieß - zum „marktüblichen Preis“ auszuhandeln. Diese wesentliche Unschärfe im Gesetzestext führte regelmäßig zu sehr niedrigen Einspeisevergütungen (vgl. Abb. A 4) und verhinderte in vielen Fällen die Umsetzung von KWK-Projekten. Erst mit der Novellierung zwei Jahre später (im August 2004) wurde zumindest in diesem Punkt Planungssicherheit geschaffen: Seitdem gilt verbindlich der durchschnittliche Strompreis des letzten Quartals an der Strombörse.

Einhellig begrüßt wurde von mehreren Experten die **Mineralöl- bzw. Erdgassteuerbefreiung** auf Basis der Ökosteuer 1999 für KWK-Anlagen ab einem Jahresnutzungsgrad von mind. 70%. Interessanterweise wird - zumindest für nicht-industrielle Anlagen - nicht das KWKModG, sondern eben dieser Steuererlass als das wichtigste Förderinstrument der näheren Vergangenheit angesehen¹⁹.

Speziell für die Nahwärmeversorgung sind derzeit neben bzw. in Kombination mit der KWK weitere **technologische Treiber** wie **Biogas, Biomasse und Solarwärme** zu verzeichnen. Diese Entwicklung ist allerdings weitgehend auf Neubaugebiete beschränkt.

Aus ökonomischer Sicht sind bei der Kohle-Fernwärme **steigende Öl- und Gaspreise** sowie insgesamt bei der KWK steigende **Strompreise** förderlich.

¹⁸ Der derzeit diskutierte Einstieg in eine CCS-Kraftwerkstechnik (CO₂-Abscheidung) würde diese Manifestierungstendenz voraussichtlich noch verstärken, da die teure Abscheidetechnologie nur bei großen Kraftwerken ökonomisch vertretbar ist. Große Kraftwerke stehen jedoch i.d.R. außerhalb von Ballungszentren und sind daher häufig nicht für eine Wärmeauskopplung geeignet.

¹⁹ Beispielsweise liegt bei einer 50 kW_{el}-Anlage die Höhe der Steuererstattung bereits etwa auf gleichem Niveau wie der KWK-Bonus selber. Bei einer 100 kW_{el}-Anlage beträgt die Steuererstattung etwa das zwei- bis dreifache des KWK-Bonus.

b) in Dänemark

Zur Situation der KWK im Ausland befragt, konnten einige der deutschen Akteure Angaben zu fördernden Faktoren in den Ländern Dänemark, den Niederlanden sowie Finnland machen.

Für Dänemark wurde als ein Erfolgsfaktor die **Umstellung von Feststofffeuerungen auf Fernwärme** (und nicht wie in Deutschland auf Ölheizungen) in den 50er und 60er Jahren genannt. Ferner wurden sukzessive die vorhandenen **Heizwerke durch Heizkraftwerke ersetzt**. Insgesamt hat das Land eine sehr **langfristige Tradition** bei der Fernwärme, der KWK und im Ausbau der Netze vorzuweisen. Durch einen im Vergleich zu Deutschland **geringeren technischen Standard** und durch eine andere Vergabep Praxis (**Ausschreibung größerer Lose**) konnten insbesondere die hohen Anfangsinvestitionskosten bei der Verlegung gesenkt werden.

c) in den Niederlanden

Für die Niederlande wurde als ein fördernder Faktor die Tatsache genannt, dass die dortigen **Netzbetreiber** keine (Groß-)Kraftwerke, wohl aber **BHKWs betreiben** dürfen.

d) in Finnland

Laut Aussage eines KWK-Experten führte eine **konzerninterne Entscheidung** pro KWK in der energieintensiven **Papierindustrie**, der dominierenden Industriebranche in Finnland, zum Durchbruch der KWK.

5.1.3 Bremser

a) große KWK (Fernwärme, zentral)

Als Bremser werden die **großen Energieversorger bzw. Übertragungsnetzbetreiber** genannt, die beispielsweise mit ihrer Lobbyarbeit in 2001 erfolgreich die Einführung einer verbindlichen KWK-Quote verhindern konnten²⁰. Anfang der 1980er Jahre scheiterte das ZIP II-Programm am Widerstand der **Gasversorger**.

Zum Teil gibt es auch Interessenkonflikte innerhalb der EVUs, beispielsweise um die **konkurrierenden Sparten** Fernwärme und Erdgas bzw. Strom und Gas (s.a. die Fusion von eon-Ruhrgas), die sich nachteilig auf den Ausbau der KWK auswirken können.

Ein anderer Akteur vertritt die Meinung, dass es im Bereich der großen KWK weder entschlossene Treiber noch entschlossene Bremser gibt.

b) kleine KWK (Nahwärme / Objektversorgung, dezentral)

²⁰ Die großen Verbundunternehmen verhinderten 2001 in letzter Minute durch Zusage einer „Freiwilligen Selbstverpflichtung“ die Einführung einer von vielen Akteuren als wirksames Element betrachteten verbindlichen KWK-Quote. Die Zusagen aus der „Freiwilligen Selbstverpflichtung“ zur Emissionsminderung bzw. zum Ausbau der KWK wurden jedoch nicht eingehalten.

Auch bei der kleinen KWK wird übereinstimmend berichtet, dass in der Vergangenheit und auch heute noch **monopolähnliche Strukturen** dazu führen, dass Übertragungsnetzbetreiber, EVUs und z.T. auch Stadtwerke KWK-Projekte erfolgreich be- bzw. verhindern können.

Als besonders problematisch wird der Bereich der **Netze** angesehen. Infolge der neuen Netzentgeltverordnung ist beispielsweise der KWK-Vergütungsanteil für vermiedene Netzkosten seit dem 1. Sep. 2006 extrem gesunken.

c) KWK generell

In den Interviews werden tendenziell die **großen EVUs** als Bremser der KWK dargestellt. Deren hohe Marktkonzentration im Gas- und Strommarkt wirke sich negativ auf die Rahmenbedingungen zum Ausbau der KWK aus, die in Konkurrenz zur ungekoppelten Stromerzeugung in großen Kondensationskraftwerken antritt. Es wurde allerdings auch die Meinung geäußert, dass EVU z.T. als Bremser und als Treiber zugleich auftreten können. Häufig sei dies personen- bzw. abteilungsspezifisch.

Als Bremser der KWK wird in einigen Bereichen auch die **Politik** wahrgenommen, die beispielsweise entgegen den gesetzlichen Vorgaben aus dem KWKModG das KWK-Monitoring und die anstehende Novellierung bereits seit mehreren Jahre verschleppt. Dieses Verhalten steht im klaren Gegensatz dazu, dass wiederholt und im breiten politischen Konsens die Wichtigkeit effizienter Energieerzeugung betont wird.

5.1.4 Treiber

Die Liste der in den Interviews genannten Treiber ist relativ kurz und kaum zu differenzieren nach kleiner bzw. großer KWK:

Als Treiber werden insbesondere **Einzelpersonen** mit persönlichem Engagement sowie einzelne **Stadtwerke** (z.B. SW Flensburg, SW München, SW Schwäbisch Hall) bzw. **EVU** (z.B. MVV) oder deren Abteilungen angesehen. Perspektivisch wird erwartet, dass zukünftig verstärkt **Serviceunternehmen** (z.B. Contractoren oder eigene Ausgliederungen aus Stadtwerken bzw. EVUs) als Treiber auftreten. Als wirkungsvolle Kombination wird der Verbund zwischen Stadtwerken und **Wohnungsunternehmen**, die häufig als Betreibergesellschaften auftreten, wahrgenommen.

Speziell in Bezug auf BHKW wurden für Deutschland außerdem die **Umweltverbände** und deren Sympathisanten im allgemeinen und die Anti-Atom-Bewegung im speziellen als eine wichtige unterstützende Kraft genannt.

5.1.5 Rahmenbedingungen

5.1.5.1 Ist die unzureichende KWK-Entwicklung in erster Linie ein politisches, energiewirtschaftliches, technisches, ökonomisches oder sonstiges Problem?

Mit Ausnahme der technisch noch nicht vollständig ausgereiften Kleinst-KWK werden kaum technische Probleme für die unzureichende KWK-Entwicklung verantwortlich gemacht. Als Hauptprobleme werden mit weitgehender Übereinstimmung vielmehr einerseits das **energiewirtschaftliche** Machtgefüge und andererseits auf **politischer** Ebene eine mangelhafte

Unterstützung bzw. Umsetzung der gesetzlichen Rahmenbedingungen (u.a. durch Aufbau rechtlicher und bürokratischer Hemmnisse) identifiziert. „Politische Lippenbekenntnisse gibt es ausreichend“, es sei jedoch bisher nicht gelungen den unzureichenden und durch (Netz-) Monopolstrukturen gekennzeichneten Energiemarkt so zu gestalten, dass die ökonomischen KWK-Ausbaupotenziale gehoben werden könnten. Diese Aufgabe zu bewältigen wird als sehr schwierig beschrieben, da das Thema in der gesetzlichen Umsetzung sehr komplex ist.

Die **ökonomischen** Probleme ergeben sich – wie bereits weiter oben beschrieben – u.a. aufgrund der hohen Erstinvestitionen und dem Anschlussrisiko.

Als **sonstiges** Problem wird genannt, dass KWK in der Praxis nicht automatisch als Versorgungslösung betrachtet wird und dass häufig eine gewerkeübergreifende Planung fehlt. EVU verharren häufig noch in alten Strukturen, neue Dienstleistungen befinden sich erst im Aufbau. Aber auch hier, z.B. beim Umstieg auf Contracting²¹, ist mit juristischen Schwierigkeiten zu kämpfen.

a) Mikro-KWK (< 5 kW)

Die Mikro-KWK nimmt insofern eine Sonderstellung ein, dass bei ihr noch **technische** Probleme zu lösen sind, die z.T. die (finanzielle) Leistungsfähigkeit einiger Hersteller überstrapazieren. Dies zeigten in jüngster Vergangenheit die Insolvenzen von Sulzer Hexis (Brennstoffzelle), Ingenion (Dampfmotor) und Microgen (Stirlingmotor). Ziel in diesem Marktsegment bleibt weiterhin die Markteinführung in Seriengröße und die Senkung der spezifischen Kosten.

b) Kleine KWK

Die kleine KWK ist **technisch** zwar weitgehend ausgereift und etabliert, jedoch gibt es in dem relativ neuen Anwendungsbereich der Pflanzenöl-BHWK in der Leistungsklasse zwischen 100 und 500 kW_{el} noch technische Probleme zu lösen.

Die kleine KWK ist besonders von den **energiewirtschaftlichen** Problemen im Netz betroffen (z.B. netzbedingte Zwangsabschaltung, Übernahme der Netzanschlusskosten...). Hier werden vom Gesetzgeber klarere Regelungen sowohl im EEG als auch im KWKModG gefordert.

Bei der kleinen KWK besteht außerdem nachfrageseitig ein **Informationsdefizit**, und angebotsseitig gibt es noch zu wenig Hersteller. Laut Interviewpartner sei die Branche der kleinen KWK jedoch nicht potent genug, das Problem der Informationsdefizite aus eigener Kraft zu beheben und die großen EVU hätten kein Interesse daran.

5.1.5.2 Welche (politischen) Rahmenbedingungen müssten allgemein in Deutschland neu geschaffen bzw. erhaltenden werden, um die vorhandenen Potenziale möglichst weitgehend zu erschließen?

Als eine wichtige Maßnahme zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für KWK wird die **gezielte Identifizierung der Wärmesenken** angesehen. Das heißt, es wird gefordert, deutlichere Signale auf der Wärmeseite zu setzen, da bisher meist nur über Strom geredet wird.

²¹ Siehe dazu beispielsweise die BGH-Rechtsprechung der Urteile zum Contracting vom 6.4.2005 und 22.2.2006.

Ganz allgemein wird von politischer Seite gewünscht, Signale zu setzen, dass langfristige Investitionen (in KWK) lohnenswert sind.

Es sollte ferner auf Bundesebene, aber insbesondere auch auf kommunaler Ebene ein **Anschluss- bzw. Prüfwang für KWK** erwogen werden. Eine verpflichtende Prüfung der Energieversorgung von Gebäuden > 1.000 m² mittels KWK bzw. regenerativen Energien könnte - basierend auf der europäischen Gebäuderichtlinie - im Rahmen der EnEV umgesetzt werden. Eine verpflichtende Festschreibung von Nahwärme durch Regelungen im Bebauungsplan würde zur Abmilderung von Investitionsrisiken im Wohnungsneubau führen. Als wichtig werden auch **kommunale Versorgungskonzepte mit integrierten KWK-Lösungen** angesehen.

Ferner sollte die Liberalisierung der Strom- und Gasnetze konsequent weiter verfolgt werden, die **vollständige Trennung von Netz und Erzeugung** (s. Positivbeispiele aus Skandinavien) ist dabei anzustreben. Parallel dazu sollte die Möglichkeit geschaffen werden, kleine Stromnetze (z.B. die für Objektversorgung von Mehrfamilienhäusern) selber aufbauen zu dürfen.

In Hinblick auf die überfällige Novellierung des KWKModG wird die **Mindestvergütung** für eingespeisten Strom für sehr wichtig gehalten. Sie sollte daher erhalten bleiben, evtl. könnte über eine stärkere Ausdifferenzierung der Preise (baseload/peakload zum Lastabfahren) nachgedacht werden. Aus ökonomischer Sicht ist ferner die **Befreiung von der Erdgas- bzw. Mineralölsteuer** unbedingt beizubehalten.

Dem zweiten Vergütungsanteil, dem **KWK-Bonus** wird eine geringere Bedeutung zugewiesen, da der Nutzen im Verhältnis zum (administrativen) Aufwand nicht so groß ist. Nach Meinung eines Interviewpartners suggeriere der KWK-Bonus außerdem, dass KWK *ohne* Förderung nicht wirtschaftlich sein kann. Hiervon bildet jedoch die Kleinst-KWK (< 50 kW_{el}) eine Ausnahme: Bei ihr wird die Anreizfinanzierung zur Marktstimulierung noch weiterhin für erforderlich gehalten.

Insgesamt werden **stabile Rahmenbedingungen** für den Einsatz der KWK gefordert, häufige Veränderungen - vor allem auf gesetzlicher Ebene - führten zu Verunsicherungen auf dem Markt.

5.1.6 Konkrete Maßnahmenempfehlungen zum Ausbau der KWK in D

a) kurzfristig

Als sehr wichtige Maßnahme wird von mehreren Akteuren die zeitnahe **Fortschreibung des KWKModG** angesehen. Die Ausgestaltung sollte dabei so erfolgen, dass eine Klarstellung der uneindeutigen Gesetzestexte vorgenommen wird und insgesamt die Grundlage für eine langfristige Planungs- und damit Investitionssicherheit für KWK-Anlagen geschaffen wird.

Bei der kleinen KWK wird außerdem vorgeschlagen, die starre 50 kW-Grenze im Gesetz durch eine **gleitende Regelung** (nach produzierter Strommenge analog zur EEG-Vergütung) zu ersetzen. Ferner sollte die bisherige obere Leistungsgrenze von 2 MW auf mindestens 5 MW heraufgesetzt werden.

Bei der Mikro-KWK wird zum einen eine **vereinfachte Internetanmeldung** vorgeschlagen: Hierbei soll es dem Betreiber ermöglicht werden, *alle* für den Betrieb seiner KWK-Anlage

relevanten Daten eingeben zu können, die dann automatisch an alle relevanten Behörden (Bafa, Hauptzollamt etc.) und weitere Beteiligte (z.B. EVU) weitergeleitet werden. Ferner wird die Möglichkeit gefordert, den **Stromzähler** bis zu einem Höchstbetrag von z.B. 1.000 kWh/a **rückwärts** laufen zu lassen. Diese Maßnahme würde die Abrechnung vereinfachen und zusätzliche Zählergebühren sparen (s. Beispiel Niederlande).

Ein Vorschlag sieht vor, ein generelles „**Förderprogramm Nahwärmenetze & KWK-Planung**“ aufzulegen. Besonderer Schwerpunkt dieser Maßnahme sollte es sein, die Vorplanung zu fördern (z.B. durch Zuschüsse). Diese Art der Planung kommt oft gar nicht zustande, so dass eine KWK-Versorgungslösung häufig gar keine Berücksichtigung findet.

Um die bestehenden Defizite abzubauen, sollten **Infokampagnen** zur weiteren Verbreitung der KWK sowohl angebotsseitig (Zielgruppe: Planungsbüros, Energiedienstleister, Architekten) als auch nachfrageseitig (Zielgruppe: Liegenschaften, Industrie, Gewerbe, Kommunen) gestartet werden.

b) mittel- bis langfristig

Mittelfristig sollten klare Signale zur **Förderung der Wärmeseite** gesetzt werden. Dies kann ggf. durch Anschlusszwang (FW/NW-Vorranggebiete auf Absatzseite) und / oder Prüfwang auf Wirtschaftlichkeit (Erzeugerseite) geschehen. Die Überprüfung der Wirtschaftlichkeit einer Gebiets- bzw. Gebäudeversorgung (z.B. ab 1.000 m²) mittels KWK gesetzlich vorzuschreiben basiert auf einer Empfehlung der EU-Gebäuderichtlinie.

Ziel sollte ferner der **Abbau der Marktkonzentration** der EVU bzw. GvU sein, hierbei wird insbesondere die vollständige Trennung von Erzeugung und Netz als wichtig angesehen. In diesem Zusammenhang sollte auch eine **Änderung der Netzentgeltverordnung** angegangen werden, um die derzeit schlechten Konditionen der kleinen KWK zu verbessern. Langfristig wäre es wünschenswert, die Netzbetreiber zur Kooperation bewegen, um mit ihnen gemeinsam die Vision der virtuellen Kraftwerke realisieren zu können.

Die als kurzfristige Maßnahme vorgeschlagene KWK-Infokampagne sollte perspektivisch zu einer **KWK-Schulungsoffensive** ausgeweitet werden, um auf diese Weise zur Beseitigung der Infodefizite bei Architekten, Heizungsbauern und Planern in Schule, Ausbildung und Beruf beizutragen.

Für den speziellen Fall der **Biogaseinspeisung** wird der Abbau bürokratischer Hindernisse und eine Forcierung der Forschung zur Herstellung der erforderlichen Gasqualität gefordert. Für die Zukunft wird generell ein verstärkter Einsatz von **Biomasse** in zentralen (Zuführung) und dezentralen (Haupt-Brennstoff) KWK-Anlagen befürwortet.

Ein Interviewpartner äußerte Überlegungen in die Richtung, evtl. auch die Einbindung kleinerer KWK-Anlagen (< 20 MW) in den **Emissionshandel** zu prüfen. Diese könne analog zur Anrechenbarkeit von Minderungszertifikaten im Rahmen von JI-Zertifikaten geschehen.

5.1.6.1 Welche Gesetze (EnWG, EEG, KWKG...) müssten in erster Linie geändert werden, um verbesserte Bedingungen für KWK zu erzielen?

Für die nächste Novellierung des **EEG** wird vorgeschlagen, die Sätze für kleine Deponie- und Grubengas-BHKW (< 50 kW) anzuheben, bei Pflanzenöl-BHKW einen Jahresnutzungsgrad von mind. 60% einzuführen und den NaWaRo-Bonus künftig abhängig vom Marktpreis für Pflanzenöl zu gestalten (d.h. Kopplung an Rohstoffpreis).

Für eine Novellierung des **KWKModG** wird die oben bereits beschriebene Abschaffung bzw. Heraufsetzung der 2 MW-Grenze sowie die Fortführung der Bonusregelung vorgeschlagen. Die Bonusregelung sollte allerdings von der derzeitigen leistungsbezogenen Regelung auf ein Volllaststundenmodell (z.B. mit einem auf insgesamt 30.000 Betriebsstunden begrenzten Vergütungsanspruch) umgestellt werden.

Eine Anpassung des **EnWG** würde die Chance bieten, in strittigen Bereichen Rechtsklarheit zu schaffen. Dies würde z.B. den unkomplizierten KWK-Betrieb in Mehrfamilienhäusern ermöglichen.

Insgesamt wird bemängelt, dass das gesamte Regelwerk zu kompliziert ist. Es wird daher eine Abstimmung der bestehenden und zukünftigen Instrumente (KWKModG, EEG, Nutzung der Fördermöglichkeiten im Rahmen der europäischen KWK-Direktive und des Erneuerbaren Wärmegesetzes) erforderlich sein, um den Anteil an Effizienztechnologien im Wärmemarkt deutlich zu erhöhen.

Im **Emissionszertifikatehandel** sollten negative Anreize für die KWK vermieden werden. Die geplanten Regelungen für die 2. Handelsperiode berücksichtigen die CO₂-Minderungen durch den Fernwärmeausbau. Emissionsminderungen der Energiewirtschaft im Haushaltsbereich und Gewerbe Handel Dienstleistungen bleiben jedoch bisher unberücksichtigt.

5.1.6.2 Welche konkreten Förderinstrumente für KWK (z.B. Einspeisevergütung, verbindliche KWK-Quote, Steuererleichterung...) werden bevorzugt und warum?

Eine KWK-Quote wäre für viele der Interviewpartner das Mittel der Wahl gewesen, allerdings wird gegenwärtig die Einführung einer solchen Quote für politisch nicht durchsetzbar gehalten.

Aus diesem Grunde wird für die Beibehaltung der Bonusregelungen im KWKModG plädiert.

Für die große KWK wird eine Anschlussverpflichtung generell als positiv bewertet, allerdings ist diese im wesentlichen auf den Neubau beschränkt, welcher nicht die größten Wärmeabsatzpotenziale beinhaltet.

Bis zur vollständigen Markteinführung der Kleinst-KWK (< 10 kW) wird eine feste Einspeisevergütung (analog zu EEG) als zielführend angesehen.

5.1.6.3 Auf welcher Ebene (EU, Bund, Länder, Kommunen...) wäre eine Änderung der Rahmenbedingungen am wirkungsvollsten anzustreben?

Nach Meinung vieler Akteure ist die **EU-Ebene** zu weit weg und zu komplex. Sie könnte jedoch ggf., angestoßen durch Initiativen, für die Bundespolitik wichtige Impulse liefern. Letztendlich ist auf **Bundesebene** ein starkes politisches Signal sowie die Festlegung positi-

ver Rahmenbedingungen für KWK gefordert, um die kommunale Ebene zum Handeln zu bewegen. Es wird eingeschätzt, dass viele Kommunen nicht von allein in der Lage sind, die notwendigen Veränderungen der Rahmenbedingungen zu stämmen.

Auf **kommunaler Ebene** könnten und sollten dann Regelungen für Neubaugebiete und Vorranggebiete geschaffen werden und insgesamt eine integrierte KWK-Versorgungsplanung in Angriff genommen werden. Dazu ist ein Bewusstseinswandel auf lokaler, politischer Ebene erforderlich und eine gemeinsame Herangehensweise von Kommunalpolitikern mit KWK-Unternehmen- und Planern.

Ein Fortschritt wäre ebenfalls, wenn es auf kommunaler Ebene - wie es Dänemark als positives Beispiel vorgeführt hat - gelingt, die Kommunen zur **Aufstellung von Energieplänen** zu verpflichten. Dem stehen allerdings möglicherweise die neuen Einschränkungen aus der Föderalismusreform entgegen (durch ein an den Bund gerichtetes Verbot, den Gemeinden neue Aufgaben zuzuweisen).

Speziell für das Land Nordrhein-Westfalen wurde von einem Akteur die Einleitung einer „**KWK-Initiative NRW**“ vorgeschlagen.

5.1.7 Erfahrungen aus dem Ausland

5.1.7.1 Welche Politikmaßnahmen im Ausland (speziell Niederlande, Dänemark, Österreich, Finnland) haben sich bewährt bzw. haben zum Durchbruch der KWK beigetragen?

Für die **Niederlande** wurde - insbesondere für die Entwicklung der kleinen bzw. Mikro-KWK - positiv bewertet, dass die Möglichkeit zugelassen ist, den Stromzähler rückwärts laufen zu lassen (s. Kap. 5.1.6). Diese Maßnahme vereinfacht die Abrechnung und spart dem Betreiber zusätzliche Zählergebühren.

Als besonders wichtig wurde die Einrichtung eines eigenen Projektbüros zur Förderung der KWK („WarmteKracht“) hervorgehoben: Nach Aussagen eines Experten hat diese Maßnahme in dem betreffenden Zeitraum von 1992 bis 1997 mit dazu beigetragen, dass der KWK-Anteil innerhalb von nur 5 Jahren von 14 auf 28 % angestiegen ist.

Speziell **Dänemark** wird oft als Beispiel einer gelungenen nationalen Fernwärmeversorgung angeführt. Dort hat sich die KWK sehr früh und zunächst auch ohne gezielte politische Maßnahmen entwickelt. In den 80er Jahren hat die Verpflichtung der Kommunen zur Aufstellung von Energieplänen der KWK einen Schub verliehen. Auf Landesebene wurde eine kostenoptimierte Energieplanung mit einer strikten Unterteilung in Fernwärmezonen umgesetzt. Unterstützt wurden diese Regularien durch eine hohe Besteuerung fossiler Brennstoffe zur Heizung (CO₂-Steuer), gesetzlicher Verpflichtung zum Fernwärmeanschluss, Verbot von Elektroheizungen in neuen Gebäuden und von Investitionszuschüssen für Unternehmen und Verbraucher zum Fernwärmenetzausbau und –anschluss.

Eine interessante technische Besonderheit wird aktuell berichtet: Durch die Auslegung sehr großer Wärmepufferspeicher kann mit KWK-Anlagen heutzutage teilweise sehr teurer Spitzenlaststrom abgefahren werden. Dies ist besonders vorteilhaft bei den hohen Windstromanteilen mit fluktuierender Einspeisung, die in Dänemark, aber ebenso auch in Küstenbereichen Norddeutschlands zu verzeichnen sind.

Finnland ist insbesondere in Bezug auf die industrielle KWK ein Positivbeispiel: Hier war eine konzerninterne Entscheidung für den Einsatz der KWK entscheidend für den Durchbruch in dem skandinavischen Land. Allerdings muss einschränkend erwähnt werden, dass in Finnland die Papierindustrie die dominierende Industriebranche ist. Die sehr energieintensive Papierindustrie ist durch einen hohen und gleichzeitig auftretenden Strom- und Dampfbedarf gekennzeichnet, so dass die KWK eine äußerst wirtschaftliche Option darstellt.

Für **Österreich** wurde als Negativbeispiel für die kleine KWK eine nicht vorhandene bzw. nur geringfügige Erstattung der Mineralölsteuer sowie eine diskontinuierliche Förderung genannt. Laut Aussagen eines weiteren Interviewpartners wird derzeit dort die KWK zwar gezielt gefördert, aber besonders deshalb, weil noch ein Rückstand vorhanden ist.

Für **Italien** wird von günstigen Voraussetzungen zum Einsatz der KWK durch grüne Zertifikate, hohe Strompreise und niedrige Erdgaspreise berichtet.

Als weitere Positivbeispiele werden **deutsche Städte** wie Flensburg (Nähe zu Dänemark!), Schwäbisch-Hall, München und Lemgo genannt.

5.1.7.2 Welche dieser Maßnahmen sind auf Deutschland übertragbar, welche nicht?

Als *nicht ohne weiteres übertragbar* wird die (insbesondere für Dänemark geltende) langfristige Tradition in Hinblick auf die Nutzung der KWK angesehen. Ein Bewusstseinswandel in diese Richtung kann – wie das deutsche Beispiel zeigt – einen langen und schwierigen Weg bedeuten. Speziell die Dänen (bzw. Skandinavier generell) haben ein anderes / entspannteres Verhältnis zum Staat, während in Deutschland eher eine gewisse Skepsis gegenüber Staat und Obrigkeit und dementsprechend eine geringere Identifikation festzustellen ist. Dieser Mentalitätsunterschied, der sich in unserem Nachbarland offensichtlich positiv auf die Entwicklung der KWK ausgewirkt hat, ist nicht ohne weiteres aufhebbar.

In Bezug auf das gleiche Land wird allerdings beispielsweise eine günstigere / einfachere technische Umsetzung beim Ausbau von Fernwärmenetzen für durchaus *übertragbar* gehalten. Ebenfalls für umsetzbar wird das dänische Beispiel angesehen, die Kommunen stärker in die Pflicht zu nehmen.

Weitere in Ansätzen oder im Ganzen übertragbare bzw. umsetzbare Maßnahmen wurden bereits in Kap. 5.1.5.2 (Neu zu schaffende bzw. zu erhaltende Rahmenbedingungen), in Kap. 5.1.6 (Konkrete Maßnahmenempfehlungen) sowie Kap. 5.1.7.1 (Bewährte Politikmaßnahmen aus dem Ausland) vorgeschlagen und werden hier nicht erneut aufgeführt. Inwieweit sich diese zahlreichen Vorschläge zur Verbesserung der Rahmenbedingungen der KWK in Deutschland eignen, bedarf letztendlich einer Einzelfallprüfung.

5.2 Experten aus Dänemark

Bei den ausländischen KWK-Experten wurde sowohl um eine Einschätzung der Situation in dem jeweiligen Heimatland des Experten gebeten als auch der Blick von außen auf die Situation in Deutschland abgefragt (Fragebogen s. im Anhang Kap. 8.7). Da jeweils nur ein ausländischer KWK-Experte befragt wurde bzw. geantwortet hat, kann natürlicherweise nachfolgende Auswertung nur ein unvollständiges Bild der Realität wiedergeben.

5.2.1 Situation in Dänemark

5.2.1.1 Treiber und Bremser

Als **Treiber** wurden und werden bei der **großen KWK** EVUs, Stadtwerke in großen Städten sowie die Regierung angesehen. Bei der **kleinen KWK** wird die Regierung als maßgeblicher Treiber genannt (unterstützt durch staatliche Gasversorger).

Als **Bremser** wurde keine Nennung vorgenommen.

5.2.1.2 Größter fördernder Faktor für KWK in Dänemark

Als wichtigster Faktor bei der Entwicklung der KWK wird die Energiepolitik der Regierung genannt, die mit breiter und stabiler Unterstützung durch das Parlament getragen wurde.

Die **zentrale** KWK war bereits profitabel und bedurfte lediglich einer Vereinbarung zur Bevorzugung der Fernwärme für eine gewisse Zeit, um die Netzerweiterung zu finanzieren.

Die **dezentrale** KWK wurde eingeführt, indem eine gesetzliche Vorgabe für kommunale sowie kooperative Nahwärmenetzbetreiber verabschiedet wurde, Heizkessel durch (vorwiegend gasbefeuerte) KWK-Anlagen ersetzen zu müssen. Eine wichtige Randbedingung war jedoch, dass die Wärmenetze bereits existierten, als dieses Gesetz in Kraft trat.

5.2.1.3 Konkrete Förderinstrumente für KWK

Als konkretes Förderinstrument für die dezentrale KWK wurde die finanzielle Förderung durch Stromeinspeisetarife genannt.

5.2.1.4 Entscheidende Politikmaßnahmen für Durchbruch der KWK

Als entscheidende Politikmaßnahme wird die Kombination aus Ordnungsrecht und Einspeisetarifen gesehen. Die Einspeisetarife waren wichtig für die Akzeptanz der KWK-Versorgungsunternehmen auf dezentraler Ebene.

5.2.2 Situation in Deutschland

5.2.2.1 Haupthinderungsgründe für unzureichende KWK-Entwicklung in Deutschland

Die wichtigsten Ursachen für eine unzureichende KWK-Entwicklung in Deutschland werden gleichermaßen für die große als auch für die kleine KWK in folgenden Punkten gesehen:

- hoher Investitionsaufwand für Fernwärmenetze

- vermutete Ablehnung durch EVU
- fehlendes politisches Interesse
- geringere Wirtschaftlichkeit aufgrund wärmerer klimatischer Bedingungen (im Vergleich zu Dänemark)

Um das letztgenannte Hemmnis abzuschwächen wird eine Integration von Fernkälte (KWKK) vorgeschlagen.

5.2.2.2 Übertragbarkeit der Maßnahmen auf Deutschland

Prinzipiell werden alle genannten Maßnahmen als übertragbar angesehen. In der Praxis sind Einspeisetarife in Deutschland bereits für Erneuerbare Energien (darunter auch Biomasse-KWK) etabliert.

5.2.2.3 Ist die unzureichende Umsetzung vorwiegend ein politisches, energiewirtschaftliches, technisches oder anderweitiges Problem?

Nach Einschätzung des Interviewten ist es „ein bisschen von jedem“.

5.2.2.4 Welche politischen Rahmenbedingungen wären für D erforderlich?

Die Unterstützung vor Ort ist äußerst wichtig für die Entwicklung der Nah- bzw. Fernwärme. Darüber hinaus sind auf zentraler Ebene politische Entscheidungen zur Schaffung entsprechender ökonomischer Rahmenbedingungen erforderlich.

5.2.2.5 Konkrete Maßnahmenvorschläge

Kurzfristig wird eine Machbarkeitsstudie zur Untersuchung der technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen vorgeschlagen. Hierbei muss der Effekt berücksichtigt werden, dass sich tendenziell aufgrund von Energieeinsparungen im Gebäudesektor zukünftig die Absatzmärkte für Fernwärme verkleinern werden.

Mittelfristiges Ziel sollte die Entwicklung von entsprechenden marktorientierten finanziellen Anreizsystemen und Rahmenbedingungen sein, während **langfristig** die Etablierung stabiler regulatorischer Rahmenbedingungen angestrebt werden sollte.

5.3 Experten aus den Niederlanden

5.3.1 Situation in den Niederlanden

5.3.1.1 Treiber und Bremser

Allgemein sowohl für die Entwicklung der großen als auch der kleinen KWK geltend wird auf die hohe Bedeutung des weit verzweigten und exzellenten Erdgasnetzes in NL hingewiesen.

Die Entwicklung **größerer KWK-Anlagen** fand vorwiegend Ende der 80er bis Mitte der 90er Jahre innerhalb der relativ großen und energieintensiven niederländischen **Industrie** statt, als es ökonomisch attraktiv war, 50/50%-Joint Ventures zwischen Industrie und Strom-

netzbetreiber durchzuführen: Die Industriebetriebe profitierten von günstigen Dampfpreisen sowie einer Gewinnteilung auf Basis einer Finanzierung außerhalb der Bilanz. Die Netzbetreiber konnten auf diese Weise die Auflage umgehen, keine eigenen Stromerzeugungsanlagen besitzen und betreiben zu dürfen.

Der Fernwärmeanteil aus großer, **zentraler (öffentlicher) KWK** ist dagegen eher bescheiden in NL.

Besonderheit in den Niederlanden ist, dass die **kleine KWK** besonders stark in Gewächshäusern vertreten ist.

Zu **KWK-Bremsern** werden keine Angaben gemacht.

5.3.1.2 Größter fördernder Faktor für KWK in den Niederlanden

Wichtigster Faktor war, dass die Regierung die großen Vorteile der KWK erkannte. In der Zeit vor der Marktliberalisierung wurde KWK mit Hilfe verschiedener energiepolitischer Instrumente bewusst stimuliert. Seit etwa 10 Jahren stagniert jedoch die KWK-Entwicklung.

5.3.1.3 Konkrete Förderinstrumente für KWK

Derzeit findet in den Niederlanden keine spezielle Unterstützung der KWK in einer Welt voller Marktunzulänglichkeiten (*“in a world full of market imperfections”*) statt. Das relativ sauber verbrennende Erdgas wird hoch besteuert und Erdgaskraftwerke müssen im Wettbewerb zu importiertem und subventioniertem deutschen Kohlestrom bestehen. Aufgrund der Allokation von CO₂-Rechten auf Basis historischer Daten kann aus der Tradition emissionsarmer Erdgas-KWK kein finanzieller Vorteil erzielt werden (Zitat: *“The dirty drive out the clean.”*). In der Vergangenheit (vor der Marktliberalisierung) wurde ein ganzes Ensemble an KWK-Förderinstrumenten eingesetzt wie beispielsweise Investitionszuschüsse, günstige Bezugskonditionen für Erdgas, günstige Einspeisetarife für Strom sowie günstige Anschluss- und Netzdurchleitungsgebühren.

5.3.1.4 Entscheidende Politikmaßnahmen für Durchbruch der KWK

(S.a. die oben genannten Punkte). KWK erlebte einen Boom in den frühen 90er Jahren und stagniert nun seitdem bei einer Gesamtkapazität von ca. 7.500 MW_{el}. Aufgrund reduzierter Betriebsstundenzahl im KWK-Modus liefert die gleiche Kapazität jedoch mittlerweile weniger Energie- und CO₂-Einsparungen als in der Vergangenheit.

5.3.2 Situation in Deutschland

5.3.2.1 Haupthinderungsgründe für unzureichende KWK-Entwicklung in Deutschland

Die Vermutung wird geäußert, dass die angespannte Beziehung zwischen den großen EVU und (industrieller) KWK ein Hauptgrund für die Blockade bei der KWK-Entwicklung ist.

5.3.2.2 Übertragbarkeit der Maßnahmen auf Deutschland

Folgende Vorschläge zur Verbesserung der KWK-Rahmenbedingungen in Deutschland werden genannt bzw. für übertragbar gehalten:

- Strom- und Wärmeversorgung aus integrierter Perspektive betrachten
- Die Lücke zwischen Industrie und EVU schließen und Etablierung von Joint Ventures oder anderen Gewinnbeteiligungs-Mechanismen
- Vollständiges Unbundling auf dem Strommarkt (Trennung von Besitz sowie Betrieb von Kraftwerken und Netzen)

Als zusätzlicher Vorteil neben der Primärenergieeinsparung, der Reduktion von CO₂-Emissionen, Netzausbau und Netzbetriebskosten werden die netzstabilisierende Eigenschaften von KWK-Anlagen genannt. Sie tragen aus der Sicht des interviewten Experten dazu bei, dass der holländische Strommarkt wettbewerbsfähiger wird (von ca. 4.000 netzgekoppelten KWK-Anlagen greifen schätzungsweise 1.000 aktiv in den Strommarkt ein).

5.3.2.3 Ist die unzureichende Umsetzung vorwiegend ein politisches, energiewirtschaftliches, technisches oder anderweitiges Problem?

Aus der Außensicht betrachtet besteht auf dem deutschen Markt vorwiegend ein politisches bzw. energiewirtschaftliches Problem, da dominante Player den Markt kontrollieren und Hemmnisse gegenüber neuen Marktanbietern aufbauen bzw. erhalten.

5.3.2.4 Welche politischen Rahmenbedingungen wären für D erforderlich?

Siehe oben.

5.3.2.5 Konkrete Maßnahmenvorschläge

Siehe oben.

5.4 Experten aus Schweden (Exkurs)

Ursprünglich war im Rahmen der KWK-Expertenbefragungen nur geplant, die Situation in Deutschland und den beiden Nachbarländern Dänemark und Niederlande abzubilden. Es ergab sich jedoch die Möglichkeit, zusätzlich zum Auftrag auch persönliche Informationen zur Situation der KWK in Schweden zu erhalten, die im folgenden zusammenfassend wiedergegeben sind²².

In Schweden existiert – ähnlich wie in Dänemark – eine lange Tradition in der Nutzung der Fernwärme. Rund 48% des Wärmebedarfs für privat und kommerziell genutzte Gebäude werden über Fernwärme bereitgestellt.

Die Fernwärme wurde, durch kontinuierliche Politikmaßnahmen unterstützt, beständig ausgebaut (vgl. Abb. 5-1 und Abb. 5-2). Anders als beispielsweise in den Niederlanden oder in Deutschland war und ist in Schweden keine ausgeprägte Gasinfrastruktur vorhanden, d.h. es findet keine Verdrängung der Fernwärme durch Gasanschlüsse statt.

²² Quelle: Persönliche Informationen aus dem Wirtschaftsministerium Stockholm (Juni 2007), ergänzt um Informationen der Swedish Energy Agency (2007)

2005 wurden insgesamt mehr als 47 TWh Fernwärme geliefert. Wie Abb. 5-1 zeigt, liegen im Wohnbereich (ca. 60%) sowie im Bereich der Nichtwohnungsgebäude (ca. 30%) die größten Verbrauchsektoren, der Fernwärmebedarf der Industrie spielt mit rund 10% eine untergeordnete Rolle.

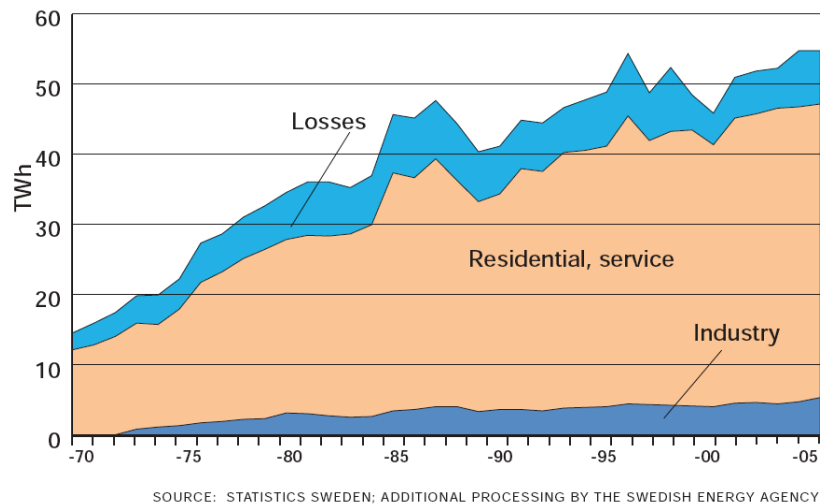


Abb. 5-1 Entwicklung der Fernwärmenutzung in Schweden 1970 bis 2005 nach Sektoren

Quelle: Swedish Energy Agency (2007)

Während bis etwa 1980 Fernwärme fast ausschließlich aus dem Brennstoff Öl erzeugt wurde, so wurde dieser in den nachfolgenden Jahren durch andere Energieträger wie Erdgas, Kohle, Strom und Biomasse ergänzt bzw. verdrängt (s. Abb. 5-2). Die ökologisch fragwürdige Wärmeerzeugung per elektrischem Boiler hatte nur übergangsweise eine gewisse Relevanz, während die Wärmeerzeugung per elektrischer Wärmepumpe seit etwa 1985 bis heute einen nahezu konstanten und nicht unbedeutenden Beitrag liefert. Wichtigster Energieträger für die Fernwärmeerzeugung ist seit mehr als zehn Jahren die Biomasse (inkl. Torf und Müll).

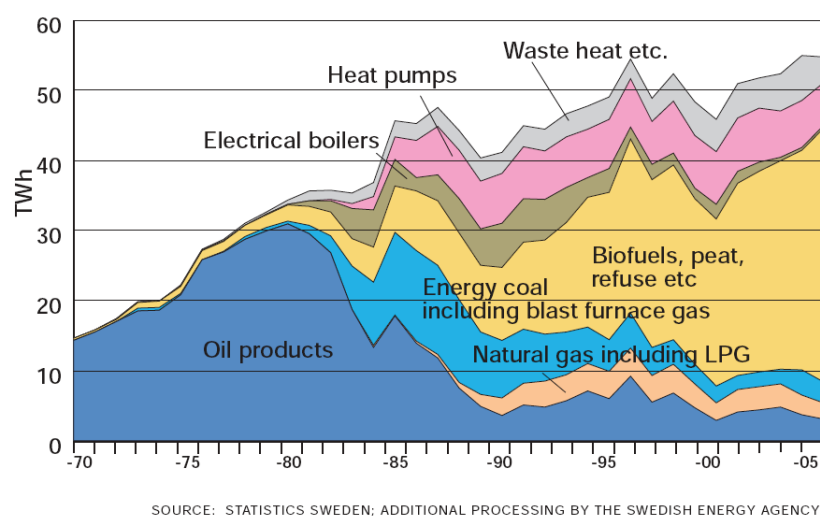


Abb. 5-2 Entwicklung der Fernwärmenutzung in Schweden 1970 bis 2005 nach Energieträgern

Quelle: Swedish Energy Agency (2007)

Die Fernwärme erfährt in der Bevölkerung eine hohe Akzeptanz, u.a. werden der hohe Komfort sowie die geringen lokalen (Emissions-)Belastungen geschätzt. Hohe Energiesteuern bzw. eine 1991 eingeführte CO₂-Steuer auf Brennstoffe erhöhen die ökonomische Attraktivität von KWK- und Biomasse-Anlagen. Durch diesen finanziellen Anreiz und durch den Komfortgewinn wurde die Fernwärme quasi zum Selbstläufer. Zwar gab es darüber hinausgehend noch per Gesetz eine Zwangsanschlusspflicht für Fernwärme, dieses Gesetz musste jedoch nach Darstellung der Befragten nie angewendet werden und soll aus diesem Grund nun auch abgeschafft werden.

In der Anfangszeit wurden Fernwärmenetze durch die Kommunen aufgebaut, in den letzten 10 Jahren hat jedoch eine Privatisierung stattgefunden. Neue Eigentümer sind nun z.B. große private Energieversorger oder auch Kooperativen. In den 1990er-Jahren gab es Investitionszuschüsse für den Netzausbau (max. 30%). Aktuell werden Umwandlungszuschüsse für private Hausbesitzer gegeben, d.h. es findet eine Anpassung der KWK-Fördermaßnahmen an die jeweiligen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen statt.

Seit Mitte der 1990er-Jahre wird neben der Fernwärme auch die **Fernkälte** ein zunehmend interessanter werdendes Thema in Schweden. Die Fernkälte wird zentral erzeugt und über eigene Kaltwasser-Verteilnetze, die von insgesamt 28 kommerziellen Versorgern (Stand: 2005) betrieben werden, zum Verbraucher transportiert. Die Kältenutzung wird vornehmend zur Klimatisierung im gewerblichen Bereich (Geschäfte und Büros, große Computeranlagen) sowie zur industriellen Prozesskühlung eingesetzt und ist von nahezu Null in 1993 auf 664 GWh/a in 2005 angestiegen. Die Kälte wird entweder in freier Kühlung (mittels See- oder Meerwasser), mit elektrischen Wärmepumpen (durch gleichzeitige Erzeugung von Warmwasser und Kaltwasser) oder mittels Absorptionskältemaschinen aus Abwärme bzw. Fernwärme erzeugt. Sofern diese Abwärme von Kraftwerken stammt, handelt es sich um Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK).

6 Zusammenfassung

Dänemark:

Dänemark kann als ideales Beispiel dafür angesehen werden, wie sich trotz relativ niedriger Bevölkerungsdichte (also tendenziell höherer Fernwärmetransport- und Verteilkosten) durch eine langfristig angesetzte und kontinuierlich umgesetzte Politik erhebliche Erfolge bei der energieeffizienten Energiebereitstellung mittels KWK erzielen lassen (vgl. Abb. 6-1). Die KWK-Anteile beim Strom (41 %) und bei der Fernwärme (81 %) liegen deutlich über dem europäischen Durchschnitt (KWK-Stromanteil der EU-25: 10,2%). Rund 60 % aller Haushalte sind an Fernwärmenetze angeschlossen. Der Anschlussgrad innerhalb bestehender Fernwärmenetze beträgt rund 90 %.

CHP Production as Share of Total Electricity and District Heating Supply, 1980 to 2003

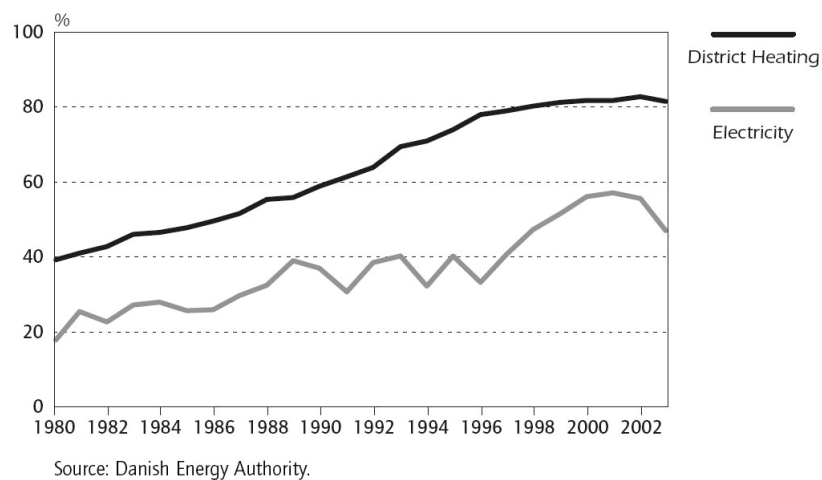


Abb. 6-1 Anteile von KWK-Strom und KWK-Fernwärme in Dänemark 1980 bis 2003

Quelle: OECD/IEA (2006)

Diese Erfolge basieren auf einer langfristig orientierten Energiepolitik, die seit 1976 bis heute in drei Phasen gegliedert werden kann²³. Wichtige Instrumente und Elemente dieser Energiepolitik sind:

- Konsequente Umsetzung kommunaler und regionaler Wärmepläne
- Umwandlung von reinen Kondensationsstromanlagen in KWK-Anlagen (→ Ausbau zentrale KWK / Fernwärme) und
- Umwandlung von Nahwärme-Heizwerke in Nahwärme-Heizkraftwerke (→ Ausbau dezentrale KWK)²⁴
- Verbindliche Nutzung der KWK zur Stromerzeugung
- Finanzielle Förderung des KWK-Stroms für 15 bis 20 Jahre

²³ Phase 1: 1976 bis 1984 / Phase 2: 1985 bis 1989 / Phase 3: 1990 bis heute

²⁴ Die zentralen Anlagen sind Eigentum großer Energieunternehmen, die dezentralen Anlagen befinden sich vor allem in der öffentlichen Hand oder werden von den Nutzern direkt betrieben.

- Fernwärmeanschlusspflicht bei gleichzeitig garantiertem Niedrigpreis durch Non-Profit-Regelung
- Einbau von Ableseeinrichtungen zur direkten Kontrolle des eigenen Wärmeverbrauchs

Niederlande

Im Gegensatz zu Dänemark liegt in den Niederlanden der Schwerpunkt auf der *dezentralen* KWK. Dies ist vorwiegend darin begründet, dass dem heimischen Rohstoff Erdgas eine herausragende Bedeutung zukommt: Der Erdgasanteil am Primärenergieverbrauch beträgt 46 % und an der Wärmeversorgung 95 % (Stand: 2002). Auch für die Stromerzeugung ist Erdgas nach wie vor der wichtigste Brennstoff. Ein weiterer Unterschied zu Dänemark liegt in der Energienachfrage, die nicht durch den Gebäudesektor, sondern durch den industriellen Sektor geprägt ist. Eine Besonderheit ist hier, dass ca. 1.500 MW_{el} an KWK-Anlagenkapazität zur Versorgung von Gewächshäusern benötigt wird.

Der Ausbau der KWK wird seit den 1970er Jahren politisch durch verschiedene Maßnahmen flankiert:

- Investitionszuschüsse bis zu 17,5 Prozent (gültig bis 1995),
- Verpflichtung für Energieerzeugungsunternehmen, in KWK-Anlagen erzeugten Überschussstrom zu Preisen der zentralen Erzeugung abzunehmen (gültig bis 1995),
- Befreiung von der Zahlung für Netzdienstleistungen (beispielsweise Durchleitungsgebühren) (bis 1997).
- vergünstigte Gasbezugspreise über Gasunie (Eigentümer des Onshore-Gasnetzes und zuständig für Verkauf und Transport des geförderten Gases; zu 50 Prozent in staatlicher Hand) (gültig bis 2000),
- Befreiung von Durchleitungsgebühren für Erzeugungsanlagen < 10 MW
- Abnahmeverpflichtung für Strom aus kleinen KWK-Anlagen durch regionale Netzbetreiber
- Gründung einer Agentur (Projektbüro WarmteKracht) zur fachlich-planerischen Unterstützung von KWK-Projekten.

Das Ergebnis dieser Ausbaupolitik war eine Verdopplung der KWK-Kapazität in den 90er Jahren: Der KWK-Strom-Anteil konnte auf 35% im Jahr 2000 gesteigert werden. Mit Beginn der Strommarktliberalisierung gerieten KWK-Anlagen jedoch aufgrund fallender Strompreise, steigender Erdgaspreise und unterbleibender Netzinvestitionen unter wirtschaftlichen Preisdruck. Zur Abmilderung dieser für den Ausbau der KWK negativen Effekte wurden in erster Linie steuerliche Unterstützungsmaßnahmen (Ausnahmenregelungen bzw. Rückerstattungen von der Energiesteuer für KWK-Strom) eingeleitet. In 2004 wurde das Anreizsystem umgestellt und basiert nun auf dem CO₂-Minderungspotenzial der KWK-Kraftwerke.

Vergleich der Länder und Übertragbarkeit auf Deutschland:

Insgesamt lassen sich folgende Schlussfolgerungen aus dem strukturellen und energiepolitischen Vergleich der Länder ableiten:

Obwohl strukturelle Unterschiede die Ländervergleiche prinzipiell erschweren, ist doch anhand der Länderbeispiele Dänemark und Niederlande deutlich erkennbar, dass durch konsequente und langfristig angelegte Politikmaßnahmen die KWK-Potenziale in erheblichem Maße erschlossen werden können. Beispielsweise kann im Drei-Länder-Vergleich Dänemark mit der höchsten Fernwärmerate aufwarten, obwohl dort die Bevölkerungsdichte (als Indikator für die Eignung von netzgebundener Wärmeversorgung) am niedrigsten ist. Umgekehrt zeigt der Erfolg der dezentralen KWK im niederländischen Beispiel, dass ein weitverzweigtes Erdgasnetz (und somit die direkte Konkurrenz zur Erdgasheizung) nicht notwendigerweise ein Hinderungsgrund für die großflächige Entwicklung der KWK sein muss. Anhand dieser Beispiele lässt sich erkennen, dass weniger die strukturellen Gegebenheiten in den Ländern ausschlaggebend für den Anteil der KWK an der Energieversorgung sind, sondern vielmehr ein hohes Gewicht auf die politische Weichenstellung fällt. Die Energieversorgung wird bzw. wurde in den Nachbarländern deutlich stärker als in Deutschland als staatliche oder regional-kommunale Aufgabe wahrgenommen; der wirtschaftlichen bzw. politischen Durchsetzungsfähigkeit der EVUs werden dadurch Grenzen gesetzt. In Dänemark waren eine stark ordnungsrechtliche Ausgestaltung der Energiepolitik, eine hohe Akzeptanz staatlicher Eingriffe bei der Daseinsvorsorge und ein breites Verständnis staatlicher Lenkungscompetenz anzutreffen. Dieser Umstand spiegelt insofern im Vergleich zur deutschen Situation Mentalitätsunterschiede bzw. ein differierendes Verhältnis zum Staat wieder. Die föderale Struktur in Deutschland erschwert möglicherweise zudem eine zentral koordinierte KWK-Ausbaustrategie. Ein wesentlicher Faktor für den Erfolg der Fernwärme in Dänemark liegt in den ausgesprochen geringen Verlegungskosten der Fernwärmeleitungen. Diese liegen bei rund einem Drittel der in Deutschland üblichen Kosten. Insgesamt scheint der entscheidende Erfolgsfaktor in der politischen Beharrlichkeit sowie im Ansatz eines Instrumentenmixes zur Adressierung der unterschiedlichen KWK-Ausbauhemmnisse zu liegen.

KWK-Hemmnisanalyse für Deutschland

Die Expertenbefragung hat gezeigt, dass KWK ein vielschichtiges und komplexes Thema darstellt: Eine Vielfalt an Akteuren muss sich mit einer Fülle an gesetzlichen Regelungen unter unsicheren ökonomischen Rahmenbedingungen auseinandersetzen und dabei noch die Bedürfnisse der Kunden berücksichtigen. Der „ideale KWK-Planer“ wäre daher am besten Ingenieur, Ökonom, Jurist und Psychologe in einem.

Wie bereits die notwendige Differenzierung bei der Analyse der Hemmnisse und der fördernden Faktoren zeigt, liegen bei der KWK sehr inhomogene Strukturen vor. Dies wirkt sich erschwerend auf die Lobbyarbeit aus, da die Interessenlage der großen, der kleinen, der Mikro-KWK sowie der industriellen KWK durchaus verschieden oder auch konträr zueinander sein können.

Als Haupthemmnisse für einen weiteren Ausbau der KWK in Deutschland wurden in der Akteursbefragung folgende Punkte identifiziert:

-
- Fehlende Investitionssicherheit
 - Angebots- sowie nachfrageseitiges Informations- und Wahrnehmungsdefizit
 - Hohe Marktkonzentration im Strom-, Gas- und Netzbereich (Marktmissbrauch)
 - Fehlen langfristiger und systemischer Denkweise
 - Politische Lippenbekenntnisse statt zügigem Handeln (s. Verschleppung KWKModG)

Es zeigt sich, dass trotz ausreichend vorhandener Potenziale KWK keinesfalls ein Selbstläufer ist. Für eine integrierte KWK-Versorgungsplanung ist - neben wirksamen Rahmenbedingungen auf europäischer und nationaler Ebene - ein Bewusstseinswandel auf lokaler politischer Ebene erforderlich und eine gemeinsame Herangehensweise von Kommunalpolitikern mit Akteuren aus Energieversorgung, Wohnungsbau, KWK-Unternehmen- und KWK-Planern.

Die Potenzialstudie des Bremer Energieinstituts (BEI) und des Deutschen Instituts für Luft und Raumfahrt (DLR) im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums weist für Deutschland ein wirtschaftlich umsetzbares KWK-Potenzial von ca. 57% der gesamten Stromerzeugung aus [BEI/DLR (2005)]. Der gegenwärtige Anteil liegt bei ca. 12%. Die installierte elektrische Leistung von KWK-Anlagen (derzeit ca. 21 GW) könnte dieser Studie zufolge bis 2020 verdreifacht werden. Bis 2020 hat die Bundesregierung in ihrem Klimaschutzprogramm vom August 2007 bereits eine Verdoppelung der KWK-Quote auf ca. 25% als Ziel formuliert. Dass ein derart schneller Ausbau unter geeigneten energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen realistisch sein kann, zeigen aus der Vergangenheit die in der vorliegenden Studie behandelten Beispiele aus anderen europäischen Ländern wie Dänemark, Niederlande, Schweden oder Finnland.

Nun gilt es, die formulierten KWK-Ziele mit geeigneten Maßnahmen zu flankieren. Bei diesem Diskussionsprozess können die in den Expertenbefragungen identifizierten Maßnahmenempfehlungen eine wertvolle Hilfe darstellen. Dabei ist zu beachten, dass die nach Leistungsgröße und Betreibersektor (öffentlich, EVU, privat, Industrie) differierenden KWK-Bereiche²⁵ i.d.R. spezifisch angepasste Unterstützungsinstrumente benötigen, um die unterschiedlichen Hemmnisse zu adressieren.

²⁵ Eine geeignete Unterscheidung ist z.B. die Folgende:

- Große / zentrale KWK (Fernwärme und BHKW > 2 MW_{el})
- Kleine / dezentrale KWK (Nahwärme und Objektversorgung < 2 MW)
- Mikro-KWK (Objektversorgung < 10 kW_{el}) und
- Industrielle KWK (ohne Größenangabe, i.d.R. jedoch > 100 kW_{el}).

7 Literatur- und Quellenverzeichnis

- AGFW (2000): Strategien und Technologien einer pluralistischen Fern- und Nahwärmeversorgung in einem liberalisierten Energiemarkt unter besonderer Berücksichtigung der Kraft-Wärme-Kopplung und regenerativer Energien. Schlussbericht Pluralistische Wärmeversorgung Zeithorizont 2005, Arbeitsgemeinschaft für Wärme- und Heizkraftwirtschaft (AGFW), Frankfurt/M, März 2000
- AGFW (2004) Luzsch et al.: Strategien einer pluralistischen Fern- und Nahwärmeversorgung in einem liberalisierten Energiemarkt unter besonderer Berücksichtigung der Kraft-Wärme-Kopplung und der regenerativen Energien (AGFW-Bericht zur pluralistischen Wärmeversorgung), Frankfurt, 2004.
- AGFW (2005) Hauptbericht der Fernwärmeversorgung, Frankfurt, 2004.
- AGFW (2005a) „District Heating and Cooling – Country by Country/2005 Survey“. Chapter „Germany“. Published by EuroHeat&Power, 2005.
- AGFW (2006) AGFW, B.KWK, ver.di, VKU: Eckpunktepapier zur Novellierung des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes. Frankfurt, 2006.
- Alstom (2005): Das Wachstumspotenzial der Nah- und Fernwärme und Voraussetzungen für den Ausbau - Rahmenbedingungen, Bautechniken und Baukosten des Fernwärmeleitungsbaus. Aus Forschung und Entwicklung – Mitteilungen der Forschungsstelle und des Forschungsbeirates der AGFW, Heft Nr. 10:, Frankfurt, 2005.
- BEI/DLR (2005): Analyse des nationalen Potenzials für den Einsatz hocheffizienter KWK, einschließlich hocheffizienter Kleinst-KWK, unter Berücksichtigung der sich aus der EU-KWK-RL ergebenden Aspekte. Endbericht zum Forschungsvorhaben Projekt I A 2 – 37/05 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit. bremer energie institut, Bremen / Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Technische Thermodynamik, Abt. Systemanalyse und Technikbewertung, Stuttgart, Dezember 2005
- BMU (2002): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): "Erneuerbare Energien und Umwelt in Zahlen", März 2002
- BMU (2003): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): "Erneuerbare Energien in Zahlen", März 2003
- BMWA (2002): Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA): "Energiedaten 2002", 2002
- BMWl (2005): Blesl, M. / Fahl, U. / Voß, A. (IER Stuttgart): Untersuchung der Wirksamkeit des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes. Studie im Auftrage des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWl) Berlin / Stuttgart 2005
- den Blanken (2006): den Blanken, K. (COGEN Nederland): On the essentials of Combined Heat and Power (CHP) and the great benefits it brings to energy and climate policy in the Netherlands. March 2006
- destatis (2006) Statistik regional von destatis, 2006.
- destatis (2006) Fachserie 4. Ausgewählte Zahlen zur Energiewirtschaft. Wiesbaden.
- destatis (2006) Fachserie 4. Stromerzeugungsanlagen der Betriebe des Bergbaus und des verarbeitenden Gewerbes. Wiesbaden.
- Ebeling (2002): Ebeling, H.-J.: Verdoppelung des KWK-Anteils an der Stromversorgung – Vision oder Utopie? In: Kraft-Wärme-Kopplung als Beitrag zu Klimaschutz und Energieeinsparung, 4. Colloquium der Kommission „Recht und Technik“ der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft am 20. September 2001 in Hannover, Braunschweig 2002

- Eikmeier et al. (2006): Eikmeier, B., Gabriel, J. Schulz, W. (bremer energie institut, Bremen) / Krewitt, W. Nast, M. (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt - DLR, Stuttgart): Analyse des nationalen Potenzials für den Einsatz hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung. ISBN 978-3-933283-42-9
- Enquete (2002): Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung; Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages; 14. Wahlperiode – Drucksache 14/9400; Berlin 07.07.2002
- EuroHeat&Power (2005): District Heating and Cooling. Country by Country / 2005 Survey. Brüssel
- EuroHeat&Power (2006): Eikmeier, B., Schulz, W. (BEI) / Krewitt, W. Nast, M. (DLR): Nationales Potenzial für hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplung. In: EuroHeat&Power, 35. Jg (2006), Heft 6
- EUROSTAT (2006) Danko, J.; Lösönen, P.: Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) lag 2002 bei 9,9% der gesamten Stromerzeugung in der EU-25. In: Statistik kurz gefasst. Umwelt und Energie. 3/2006
- Lorentzen (2005): Lorentzen, J. (Danish Energy Authority): Decentralized Denmark - how Denmark developed its DE. in: Cogeneration and On-Site Power Production, Nov-Dec 2005, p. 67ff., Horschhoe Hill, UpshireEssex/UK
- Mez, L. et al (1999): Was kann Deutschland hinsichtlich eines forcierten Ausbaus der Kraft-Wärme-Kopplung von anderen Ländern lernen?, Düsseldorf: Edition der Hans-Böckler-Stiftung, 1999
- Mez, L; Piening, A. (2001) Kraft-Wärme-Kopplung und ökologische Modernisierung des Energiesektors - lassen sich Erfahrungen aus Vorreiterstaaten für Deutschland nutzen? In: Vorgänge Heft 1/2001 S.46 - 56
- OECD/IEA (2002): Energy Policies of IEA Countries. Germany 2002 Review, Paris, 2002
- OECD/IEA (2004): Energy Policies of IEA Countries. The Netherlands 2004 Review, Paris, 2004
- OECD/IEA (2006): Energy Policies of IEA Countries. Denmark 2006 Review, Paris, 2006
- OECD/IEA (2006a): Energy Policies of IEA Countries. Compendium, Paris, 2006
- Öko-Institut (2006) Harthan, R. O.: Stand der BHKW-Nutzung in Deutschland. Vortrag auf der BHKW-Consult Jahreskonferenz „BHKW 2006 – Innovative Technologien und neue Rahmenbedingungen“ in Köln, 4./5. April 2006
- Schnellberichte (1997ff) Schnellberichte der Fernwärmeversorgung. EH&P, verschiedene Jahrgänge, meist Heft 4.
- Swedish Energy Agency (2007): Swedish Energy Agency: Energy in Sweden 2006. (www.energimyndigheten.se) Eskilstuna/Sweden 2007
- Traube (2005): Traube, K. (B.KWK): Wie kamen die hohen KWK-Anteile in Dänemark, den Niederlanden und Finnland zustande? 25.01.2005
http://www.bkwk.de/aktuelles/technik/Tr-Kurzfassung_KWK_NL_DN_FN.pdf
- Traube (2006): Traube, K. (B.KWK): Von Ursachen und Wirkungen. Artikel in E&M 01.06.06
<http://www.bkwk.de/aktuelles/politik/artEMKWKGMonitor5-06.pdf>
- UBA (2006): Anforderungen an Nah- und Fernwärmenetze sowie Strategien für Marktakteure in Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bis zum Jahr 2020. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie / DLR-Institut für Technische Thermodynamik / Institut für Energetik und Umwelt; Wuppertal / Stuttgart / Leipzig; im Auftrag des UBA, Berlin Dezember 200
- UBA (2007): DIW Berlin / Öko-Institut Berlin / VIK Essen: Ermittlung der Potenziale für die Anwendung der Kraft-Wärme-Kopplung und der erzielbaren Minderung der CO₂-Emissionen einschließlich Bewertung der Kosten (Verstärkte Nutzung der Kraft- Wärme-Kopplung). Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, ISSN 1862-4359, Dessau Juli 2007

- VDN (2006) Verband der Netzbetreiber: Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Jahresabrechnung 2005 (auf Basis WP-Bescheinigungen) über: www.vdn-berlin.de
- WI/DLR (2004): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, FKZ 901 41 803, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (WI) / Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Wuppertal / Stuttgart 2004
- WI (2006): Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie: Fortentwicklung der Fernwärmeförderung in NRW. Kurzgutachten im Auftrag des MWME, Wuppertal, Juli 2006

8 Anhang

8.1 Nationale KWK-Potenziale in Deutschland

In Tab. A 1 sind die in der Potenzialstudie von BEI/DLR (2005) ermittelten Teilpotenziale für Deutschland zusammengestellt. Demnach entfällt das größte Teilpotenzial auf die leitungsgebundene Wärmeversorgung (rund zwei Drittel), gefolgt von der industriellen KWK (gut ein Viertel). Dass die objektgebundenen Potenziale von Kleinst-KWK in Wohngebäuden als mengenmäßig vernachlässigbar erscheinen, liegt in erster Linie an der methodischen Abgrenzung der Teilpotenziale (zur Vermeidung von Doppelzählung). Daraus kann nicht abgeleitet werden, dass für Kleinst-KWK in Deutschland tatsächlich nur ein so geringes Potenzial wie hier dargestellt vorhanden ist. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die Mikro-KWK ($< 10 \text{ kW}_{\text{el}}$) als direkte Konkurrenz z.B. zur Erdgasheizung²⁶ erst am Anfang der Kommerzialisierung steht und daher zukünftig durchaus auch in diesem Bereich zu erwarten ist, dass zusätzliche Potenziale wirtschaftlich erschließbar sein werden.

Tab. A 1 Zusammenstellung der wirtschaftlichen Teilpotenziale (betriebswirtschaftlich 8%, Hochpreisszenario, Aufschlag 10 €/t CO₂)

Teilpotenziale	Wärme [TWh/a]	Strom [TWh/a]
Fernwärme-KWK ¹⁾	219	245
Objekt-Kleinst-KWK in Wohngebäuden	1,2	0,3
KWK in NWG im Sektor GHD	23	16
Industrielle KWK	85	90
KWK aus Biomasse	0	0
Gesamtpotenzial Deutschland	328	351

¹⁾ Werte gelten für Summe Bestand + Ausbaupotenzial; die Strommenge für den Bestand ist entsprechend der Stromkennzahl für das Ausbaupotenzial berechnet

Quelle: BEI/DLR (2005)

In Abb. A 1 ist das ermittelte Wärme- und Strompotenzial für den Bestand und den Ausbau aufgeschlüsselt. Demnach ergibt sich ein **Wärmepotenzial** in Höhe von **328 TWh/a** (entsprechend ca. **32 %** des Nutzwärmeverbrauches von 1.026 TWh in 2004 in Deutschland) sowie ein **Strompotenzial** in Höhe von **351 TWh/a** (entsprechend einem Anteil von rund **57 %** an der derzeitigen Bruttostromerzeugung von 611 TWh in Deutschland inkl. Netzverluste und Eigenverbrauch).

²⁶ Daher auch „stromerzeugende Heizung“ genannt.

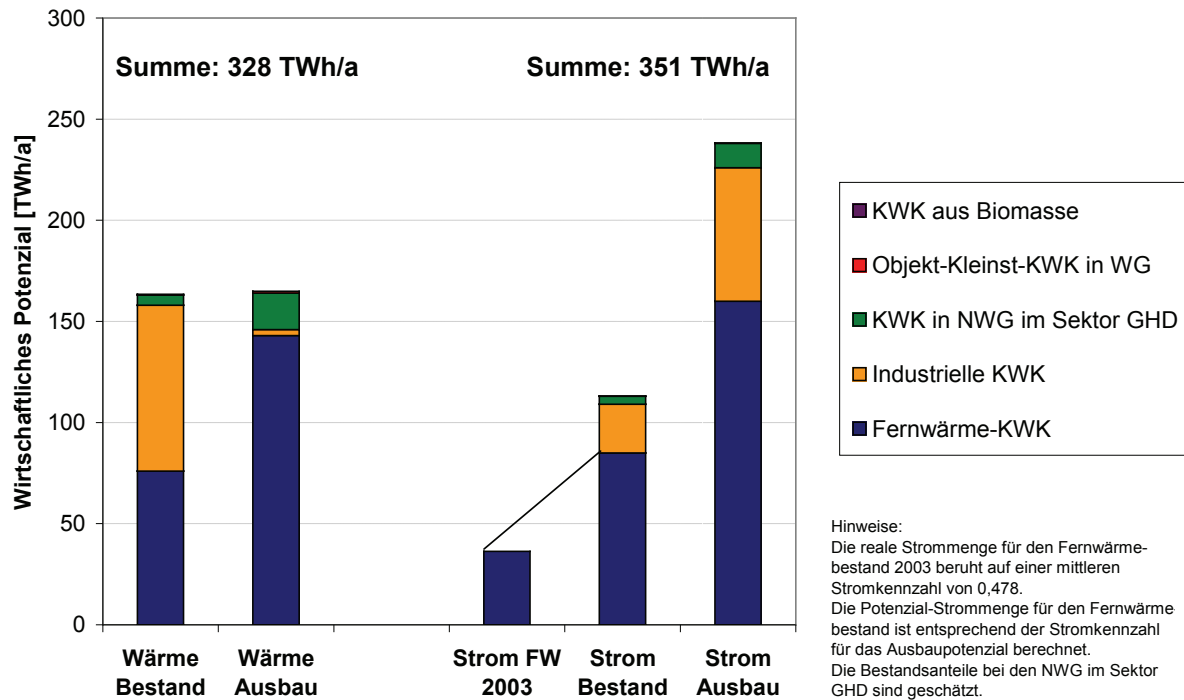


Abb. A 1 Wirtschaftlich erschließbare KWK-Potenziale für Wärme und Strom (Bestand und Ausbau)

Quelle: BEI/DLR (2005)

Der Bestandsstrom könnte – ohne Erschließung zusätzlicher Wärmepotenziale - allein durch eine Optimierung der Stromkennzahl bereits deutlich erhöht werden (in Abb. A 1 dargestellt als Anstieg von „Strom FW 2003“ auf „Strom Bestand“). Insgesamt wird das berechnete wirtschaftliche KWK-Wärmepotenzial derzeit etwa zur Hälfte ausgeschöpft, das KWK-Strompotenzial nur zu rund einem Drittel.

8.2 KWK unter den Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Energieversorgung

Im Folgenden sind stichpunktartig die sich verändernden Rahmenbedingungen einer zukünftigen ökologisch orientierten Energieversorgung dargestellt:

Sinkender (Raum-) Wärmebedarf

- ↓ Wärme-Potenzial für KWK-Anwendungen
- ↑ Anwendungspotenziale für Mikro-KWK-Anlagen
- ↑ Bedeutung hoher Stromkennzahl

Wachsender Anteil erneuerbarer Energien

- ↓ Ausbaupotenzial von KWK-Anlagen
- ↑ Erschließung der Biomasse-Potenziale über BHKW

Wachsende Bedeutung effizienter Energienutzung

- ↑ Einsatzpotenzial aller effizienten Energiewandler

Nachhaltigkeitsszenario (WI/DLR 2004)

- Minderung der CO₂-Emissionen um 40% bis 2020 und 80% bis 2050
- Deutliche Steigerung der Energieproduktivität in allen Verbrauchssektoren
- Deutlicher Ausbau der dezentralen KWK (Nahwärme, Einzelobjekte); Erhalt und Modernisierung von HKW (Fernwärme)
- Deutlicher Ausbau erneuerbarer Energien

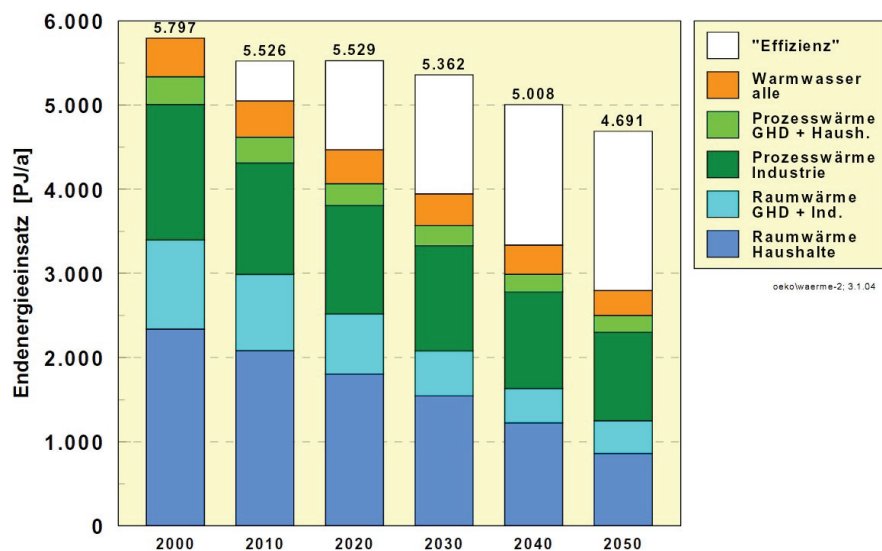


Abb. A 2 Entwicklung und sektorale Aufteilung des Wärmebedarfs im Nachhaltigkeitsszenario

- Szenario NaturschutzPlus I -

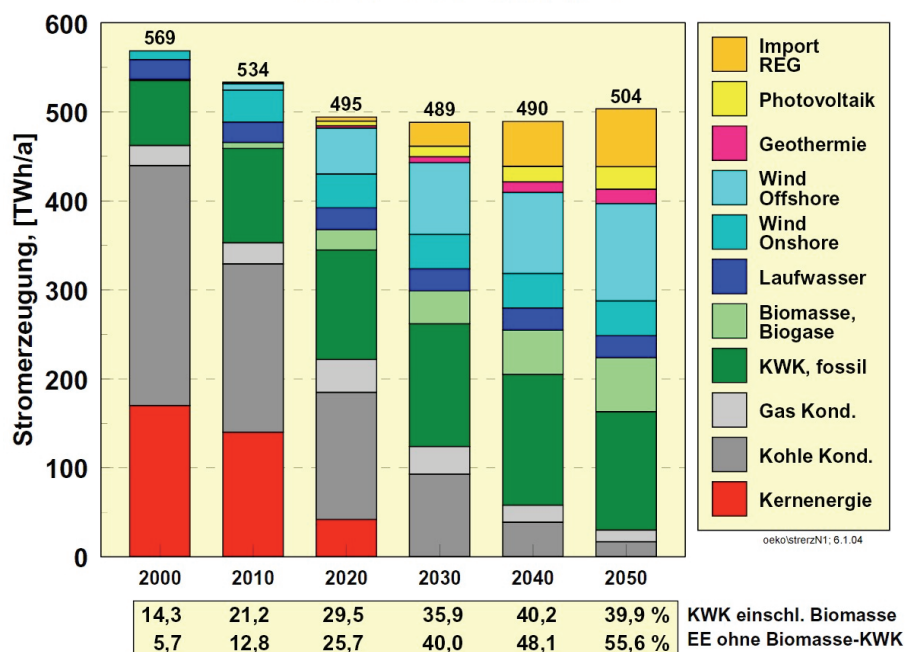


Abb. A 3 Entwicklung und technologische Aufteilung der Stromerzeugung im Nachhaltigkeitsszenario

8.3 Exkurs gesetzliche Rahmenbedingungen für KWK-Anlagen

Für KWK im Allgemeinen sind folgende gesetzliche Rahmenbedingungen relevant:

Energiepolitische Vorgaben

- EnWG (Energiewirtschaftsgesetz)
- KWK-Modernisierungs-Gesetz (KWKModG)
- Ökosteuer / Mineralölsteuer
- EEG (Erneuerbare Energie Gesetz)
- Emissionshandel

Technische Vorgaben

- BImSch (Bundes-Immissionschutz-Verordnung)
- TA (Technische Anleitung) Luft
- TA Lärm
- VDE (Notstrom DIN 0107/0108))

KWK-Modernisierungs-Gesetz (KWKModG) vom 01.04.2002

„Gesetz für die Erhaltung, Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung“

Ziele:

- Bestandsschutz, Modernisierung und Ausbau der KWK
- Markteinführung von Brennstoffzellen
- Energieeinsparung, Umweltschutz und Erreichen der Klimaschutzziele der Bundesregierung

Förderinstrument:

- auf insgesamt 4,448 Mrd. € gedeckelte Förderung bis 2010
- davon 358 Mio. € für Förderung kleiner KWK-Anlagen (bis 2 MW_{el}) und FC
- gültig für alle KWK-Anlagen mit fossiler Feuerung bzw. Abfällen oder Biomasse als Brennstoff

Ausgestaltung:

- **3 Preiskomponenten für *eingespeisten* Strom:**
- **1. Vergütung für den Strom**
Zwischen Betreiber von Anlage und Netz auszuhandeln bzw. „marktüblicher Preis“;
(seit Novellierung des KWKModG im August 2004 Durchschnitt aus letztem Quartals-Spotmarkt-Preis)

- **2. Vergütung für die Nichtnutzung vorgelagerter Netze**
„Nach den anerkannten Regeln der Technik“ anrechenbare Vergütung wg. vermiedener Netznutzung aufgrund dezentraler Einspeisung
- **3. Zusätzlicher KWK-Bonus**
Nach Kategorien gestaffelt, Umlage auf alle Netzbetreiber

Tab. A 2 Vergütungssystem (Bonusregelung) für eingespeisten KWK-Strom gemäß KWKModG

Alle Angaben in [Ct/kWh _{el}]	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Alte Bestandsanlagen	1,53	1,53	1,38	1,38	0,97	-	-	-	-
Neue Bestandsanlagen	1,53	1,53	1,38	1,38	1,23	1,23	0,82	0,56	-
Modernisierte Anlagen	1,74	1,74	1,74	1,69	1,69	1,64	1,64	1,59	1,59
Neue kleine KWK-Anlagen bis 2.000 kW _{el} (Inbetriebnahme nach 01.04.2002)	2,56	2,56	2,40	2,40	2,25	2,25	2,10	2,10	1,94
Neue kleine KWK-Anlagen bis 50 kW _{el} (Inbetriebnahme zwischen 01.04.2002 und 31.12.2008)	5,11 €-Cent für einen Zeitraum von 10 Jahre ab Aufnahme des Dauerbetriebes des Anlage								
Neue Brennstoffzellen (Inbetriebnahme nach 01.04.2002)									

Biogasnutzung (Novellierung des EEG vom 1. August 2004)

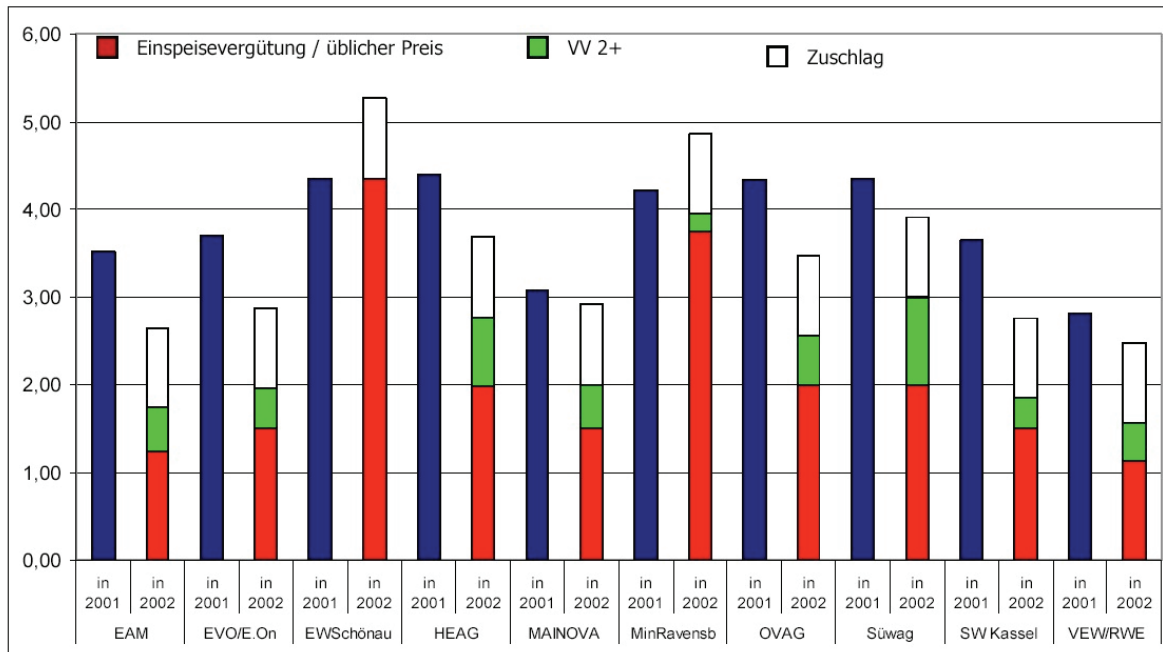
- Bonus für NaWaRo (4,0 / 6,0 Ct/kWh)
- Bonus für Biogas-KWK (2,0 Ct/kWh)
- Bonus für Biogasaufbereitung (2,0 Ct/kWh)
- Technologie-Bonus für Brennstoffzelle / GT / Dampfmotor / Stirling / ORC ... (2,0 Ct/kWh)

Zusammenfassung zum Stand der BHKW-Nutzung in Deutschland (Öko-Institut 2006):

- 2004 deutliche Belebung des Absatzes
- Export treibende Kraft
- Größter Inlandsabsatz durch EEG
- Fossil betriebene BHKW seit 2004 stärkerer Zuwachs
- CO₂-Einsparung 2005 rund 4 Mio. t, davon ungefähr 25 % durch KWKModG
- Vereinbarung zwischen Bundesregierung und deutscher Wirtschaft:
Erhalt, Modernisierung, Zubau KWK bis Jahr 2005 jährlich ca. 10 Mio. t CO₂ und bis 2010 mindestens jährlich 20 Mio. t CO₂
- KWKG bis 2 MW nur geringfügiger Beitrag. (1 Mio. t)
- Wesentlich stärkere EEG induzierte, jedoch nur wenige KWK induzierte BHKW (13 %) → auch hier nicht KWK
- D.h. Motoren sind nicht die KWK-Treiber für die CO₂-Reduktion

KWK-Monitoring

- 2004 Zwischenprüfung durch BMWA, BMU, Wirtschafts- und Energiewirtschafts-Verbände geplant (> 2 Jahre Verzögerung!)
- bei Nichterreichen der Ziele Vorschläge der Bundesregierung zum 1. Jan. 2006 (> 1 Jahr Verzögerung)



Quelle: Nordsolar e.V. (Dezember 2002)

Abb. A 4 Entwicklung der KWK-Einspeisevergütung in Ct/kWh_{ei} am Beispiel einer 25 kW_{ei}-Anlage vor und nach Inkrafttreten des KWKModG (6.000 h/a; 20% Einspeisung)

8.4 KWK-Hemmnisanalysen aus der Literatur

In der AGFW-Studie „Pluralistische Wärmeversorgung“ [AGFW 2000] ist eine umfassende Analyse anwendungsspezifischer Hemmnisse vorgenommen worden. Die folgende Tab. A 3 aus BEI/DLR (2005) gibt zu den damals beschriebenen Hemmnissen jeweils eine Einschätzung, ob das einzelne Hemmnis so auch noch heute existiert, ob es (teilweise) abgebaut wurde oder ob es derzeit sogar verstärkt wirkt.

Tab. A 3 Vergleich anwendungsspezifischer Hemmnisse 2000 und 2005 (BEI/DLR 2005)

Hemmnisse 2000	Hemmnisse 2005
Hohes wirtschaftliches Risiko aufgrund von Unsicherheit über die Entwicklung des Elektrizitätsmarktes	Weiterhin vorhanden, wird durch Unsicherheit bezüglich der langfristigen Energiepolitik der Bundesregierung noch verstärkt.
Abnahme des Wärmebedarfs im Industriesektor im Niedertemperatur-Wärmebereich	Wird sich so auch bis 2020 fortsetzen.
Unzureichende Abnahme- und Vergütungspflicht für KWK-Strom	Die Situation hat sich gegenüber 2000 verbessert. Für kleine KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung von bis zu zwei MW besteht nun nach § 4 [KWKG, 2002] die Pflicht, den eingespeisten Strom mit dem durchschnittlichen Preis für Grundlaststrom an der Strombörse EEX in Leipzig im jeweils vorangegangenen Quartal zu vergüten. Für Strom aus größeren Anlagen gilt der „übliche Preis“ als vereinbart – eine weniger präzise Formulierung im Gesetz. Wegen der zeitlichen Begrenzung sowohl der Vergütungspflicht als auch der im KWKG 2002 festgelegten Zuschlagszahlungen für „große“ Anlagen bis maximal 2010 lautet die Einschätzung, dass dieses Hemmnis weiterhin wirkt, wenn auch etwas abgeschwächt. Das in der AGFW-Studie 2002 beschriebene Ziel ist bei weitem nicht erreicht: „Aus volkswirtschaftlicher Sicht sollte sich die Vergütung aber an den Opportunitätskosten, d. h. den vermiedenen langfristigen Grenzkosten von neuen Kraftwerken und Übertragungsnetzen, orientieren.“
Ungünstige Reservestromregelungen verkürzen die Gutschriften der KWK-Erzeuger aus den vermiedenen Netzentgelten	Das Hemmnis besteht weiterhin, allerdings hat sich die Situation für die KWK-Betreiber etwas entschärft. Für die Netzkosten beim Bezug von Reservestrom gibt es klare Regelungen, auch wenn diese noch eher restriktiv sind und den Gesamtbeitrag der KWK und die Durchmischung der Ausfälle nicht berücksichtigen. Bezüglich des Einkaufs des Reservestroms gibt es eine breite Palette von Bezugsmöglichkeiten bis hin zur Nutzung der Leipziger Strombörse. So sorgt der Wettbewerb für eine Verbesserung der Situation der KWK-Betreiber.
Deutsche Energiepolitik (wegen der langjährigen Konzentration auf den Ausbau der Kernenergie und die Verstromung heimischer Kohle)	Dieses im Jahr 2000 genannte Hemmnis wirkt zwar nach, kann aber im Jahr 2005 nicht mehr als aktives Hemmnis aufgeführt werden. Im Gegenteil, die deutsche Energiepolitik hat einen Schwenk vollzogen und unterstützt den Ausbau der KWK mit vielfältigen Aktivitäten.
Technische Hemmnisse bei Gasturbinen-Heizkraftwerken und Gegendruckmaschinen , die ein starres Verhältnis von Strom und Nutzwärme aufweisen	Diese Hemmnisse bestehen weiterhin.
Hohe Fixkosten von KWK-Anlagen und Wärmenetzen verlangen möglichst lange vertragliche Bindungen der Abnehmer	Mit zunehmender Globalisierung der Wirtschaft ist die Bereitschaft der Wärmekunden zum Abschluss langfristiger Wärmelieferungsverträge eher noch weiter gesunken, weil sowohl die gewerblichen Kunden als auch der öffentliche Dienstleistungssektor heute noch stärker darauf angewiesen sind, jederzeit flexibel auf Änderungen ihrer Rahmenbedingungen reagieren zu können. Andererseits muss aus der Sicht des EVU im Rahmen der Liberalisierung des Gaskmarktes bedacht werden, dass ein Gaskunde demnächst seinen Lieferanten wechseln kann, ein Fernwärmekunde dagegen nicht. Der höhere Aufwand zur Kundengewinnung wird also auch durch eine stärkere Bindung der Fernwärmekunden belohnt.
Die industrielle KWK kämpft mit besonderen Hemmnissen: mangelndes Interesse, fehlendes betriebsinternes Know how, hohe Transaktionskosten für Informationen, zu hohe Amortisationserwartungen und Kapi-	Der allgemeine Trend zur Konzentration auf das Kerngeschäft hat zunächst einmal zu einer Verstärkung dieser Hemmnisse geführt. Die langfristige Optimierung der eigenen Energieversorgung in Verbindung mit Stromerzeugung für Dritte und einer langfristigen Bindung von knappem Kapital wird eher als Behinderung und nicht als Förderung des Kerngeschäfts angesehen und deshalb nicht betrieben. Zwischen den hohen, kurzfristigen Amortisationsanforderungen an Investitionen in die

Hemmnisse 2000	Hemmnisse 2005
talmangel.	Produktionsprozesse und den Erwartungen an Investitionen in die betriebsinterne „Infrastruktur“ wird weiterhin nicht ausreichend unterschieden. Andererseits führt dieser Trend zur Konzentration bei etlichen Unternehmen und Behörden auch zum Outsourcing der Energie- und speziell der Wärmeversorgung, so dass darauf spezialisierte Unternehmen zum Einsatz kommen und z. B. im Wege des Contracting KWK-Anlagen aufbauen und betreiben. Hemmnis und Chance liegen auf diesem Feld also nah beieinander und die durch die Bundesregierung bzw. die Deutsche Energieagentur betriebene Förderung des Contracting kann als guter Schritt angesehen werden, um die Chancen der KWK in Liegenschaften von Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen zu verbessern.
Das Hemmnis des so genannten Investor-Nutzer-Dilemmas besteht, wenn Investitionskosten- und Betriebskosten von unterschiedlichen Stellen getragen werden	Dieses Hemmnis für den KWK-Ausbau hat in den letzten Jahren an Gewicht verloren, weil z. B. der Gesundheitssektor einen Wandel des Finanzierungssystems erlebt und allgemein eher der Trend dahin geht, selbständige und vollständig eigenverantwortlich handelnde Organisationseinheiten zu bilden, z.B. auch im Bildungssektor oder bei der Entflechtung von Unternehmen und Verwaltungen.
KWK-Projekte der Industrie und nachgelagerter EVUs werden durch die Gestaltung der Stromlieferverträge verhindert	Der gewachsene Wettbewerb auf dem Strommarkt und die nach dem Abbau der Erzeugungs-Überkapazitäten seit einigen Jahren erheblich gestiegenen Strompreise haben dafür gesorgt, dass dieses Hemmnis zwar nicht verschwunden ist, aber doch an Bedeutung verloren hat.
Der erfolgreiche Ausbau der Gasversorgung (mit Einzelfeuerungen)	Auch in den letzten fünf Jahren hat sich der Ausbau der Erdgaseinzelsversorgung schneller fortgesetzt als der Ausbau der Fernwärme, weil sie nicht mit stromwirtschaftlich bedingten Hemmnissen konfrontiert und für die EVU der Verteilerstufe mit wesentlich geringeren Investitionen verbunden ist.
Unternehmensinterne Konkurrenz zwischen Gas und Fernwärme	... hemmt nach wie vor den Aufbau der Fernwärmeversorgung und die Realisierung des hier möglichen wirtschaftlichen KWK-Potenzials. Dies gilt nicht nur bei der Erschließung von Neubaugebieten, sondern insbesondere auch beim Aufbau einer Fernwärmeversorgung in Gebieten mit Gasversorgung, wenn in der Wirtschaftlichkeitsrechnung entgangene Deckungsbeiträge der Gasversorgung in Abzug gebracht werden. Zusammen mit dem höheren Kapitalbedarf und den längeren Anlaufverlusten kann dies für manches Fernwärmeprojekt das „Aus“ bedeuten.
Mangelnde Flexibilität der KWK, technologisch wie auch betriebswirtschaftlich	Dieses Hemmnis ist bestehen geblieben und hat eher an Bedeutung gewonnen, weil sich die Geschwindigkeit der Entwicklung der Strom- und Wärmemärkte erhöht hat.
Räumliche Begrenzung der Geschäftstätigkeit kommunaler EVU	Dieses Hemmnis hat an Bedeutung verloren, weil in einigen Ländern die Gemeindeordnungen entsprechend geändert wurden.

Als weiteres anwendungsspezifisches Hemmniss wird die **Witterungsabhängigkeit des Fernwärmeabsatzes** genannt [Ebeling 2002]. In Zeiten des Klimawandels könnte ein erhöhtes Risiko für den Fernwärmeabsatz durch tendenziell wärmer werdende Winter entstehen. Dieses Risiko würde sich hemmend auf die Bereitschaft zur Investitionen in den Ausbau der Fernwärmeversorgung auswirken.

Weiterhin behindert die **Finanznot des Staates, insbesondere der Kommunen**, den Ausbau der Fernwärme und der KWK. An vielen Orten fehlen Gelder, um öffentliche Liegenschaften an die Fernwärme anzuschließen oder auf andere Weise umweltfreundliche Fern- oder Nahwärme aus KWK zu fördern. Damit kann ein wichtiges Potenzial zur Verkürzung der Anlaufverluste nicht erschlossen werden.

Weitere Hemmnisse aus einer aktuellen Analyse des UBA sind in folgender Tab. A 4 zusammengestellt (UBA 2007).

Tab. A 4 Übersicht über potenzielle Hemmnisse gegenüber einem verstärkten KWK-Ausbau

Wirtschaftliche Hemmnisse
<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Investitionskosten <ul style="list-style-type: none"> - vor allem für die Wärmetransport- und –verteilungsnetze - bei kommunaler KWK durch innerstädtische Lagen • Ungünstige Relation der Input-(insb. Erdgas-) und Output-Preise (Strom/Wärme) • Verschlechterung der Rahmenbedingungen für KWK-Contracting-Projekte <ul style="list-style-type: none"> - langfristige Abnahmebindung (Lieferverträge vor allem in der Industrie) nur noch schwer erzielbar - Netzbetreiber-Risiko für Contractoren • Nutzer-Investor-Dilemma (z.B. für Wohnungsbaugesellschaften) <ul style="list-style-type: none"> - Ungünstige Eigentums- und Mietrechtsregelungen • Finanzierungshemmnisse <ul style="list-style-type: none"> - Bindung von KWK-Projekten überwiegend an Akteure mit schwacher Eigenkapitalausstattung - Erwartung schneller Amortisation bei Investoren in Industrie und Gewerbe • Gemeindewirtschaftsrecht • Hohe Durchdringung des Wärmemarktes mit Erdgas <ul style="list-style-type: none"> - Querverbundunternehmen streben eher Erdgas- als Fern-/Nahwärmeabsatz an • Ungenügende Berücksichtigung externer Kosten
Anwendungsbezogene Hemmnisse
<ul style="list-style-type: none"> • mangelnde Wärmedichte <ul style="list-style-type: none"> - in den noch nicht netzseitig erschlossenen Gebieten für die zentrale KWK - tendenziell abnehmende Wärmedichte durch zunehmende Energieeinsparung • ungünstige Wärme-/Strom-Verbrauchsrelation vor allem für dezentrale KWK-Standorte
Marktstrukturelle Hemmnisse
<ul style="list-style-type: none"> • Konzentration/Marktmacht zentraler Energieanbieter (Strom/Erdgas) <ul style="list-style-type: none"> - Dominante Ausrichtung der Stromerzeugungskonzerne auf zentrale Stromerzeugungstechnologien - Zurechnung des KWK-Vorteils auf erzeugten Strom, statt wie früher auf Wärme - Dominanz des Gasmarktes durch wenige, zudem eng mit der Stromwirtschaft verknüpfte Akteure - Oligopole sind Preisgeber auf den Strommärkten - Konditionen für Bezug von Zusatz- und Reservestrom, Durchleitung, Vergütung für Überschussstrom u.ä. - Zwang zum wärmegeführten Betrieb - ‚Auskaufen‘ von KWK-Projekten, Take-or-Pay-Verträge • Mangelhafte Netzzugangsbedingungen, sowohl zu Strom- wie (auf der Inputseite) zu Gasnetzen <ul style="list-style-type: none"> - vermiedene Netznutzungsentgelte
Informationelle und personelle Hemmnisse
<ul style="list-style-type: none"> • Fehlende Information <ul style="list-style-type: none"> - auf Seiten potenzieller Investoren und Berater, vor allem für dezentrale KWK-Projekte - auf der Kundenseite („KWK-Eigenschaft des Stroms“ ist nur schwer vermarktbare) • Fehlende Motivation bei vielen Stadtwerken
Administrative Hemmnisse
<ul style="list-style-type: none"> • Vergleichsweise aufwendige Genehmigungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> - Immissionsschutzrecht - Bauplanungsrecht

Quelle: Zusammenstellung von Öko-Institut und DIW Berlin in UBA (2007)

8.5 Länderdaten für Deutschland, Dänemark, Niederlande und IEA-Europa

2004	DK	NL	D	IEA Europe
Einheit für Energieangaben: Mtoe				
BSP (Millionen 2000 USD)	166,4	398,5	1952,7	9305
Bevölkerung (Millionen)	5,4	16,27	82,5	490
Primärenergieverbrauch/BSP	0,12	0,21	0,18	0,19
Energieproduktion/Primärenergieverbrauch	1,55	0,83	0,39	0,61
Primärenergieverbrauch/Kopf	3,72	5,05	4,22	3,58
Öl-Versorgung/BSP	0,05	0,08	0,06	0,07
Endenergieverbrauch/BSP	0,09	0,16	0,13	0,14
Endenergieverbrauch/Kopf	2,89	3,89	3,05	2,57
Energie bezogene CO ₂ -Emissionen (MtCO ₂)	50,9	185,8	848,6	3786,4
Emissionen/Kopf	9,43	11,42	10,29	7,72
CO ₂ Emissions aus Bunkern (MtCO ₂)	5	57,4	31,7	289,9
Primärenergieverbrauch (%)				
Kohle	21,7	10,6	22,3	15,4
Öl	41,8	38,9	37,9	38,4
Gas	23,1	44,7	24,5	24,0
Erneuerbare und Müll	11,7	2,6	3,9	4,4
Kernkraft	-	1,2	10	14,5
Wasserkraft	-	-	0,6	2,3
Geothermie	-	-	0,1	0,4
Solar/Wind/Andere	2,9	0,2	1,3	0,4
Stromhandel	-1,2	1,7	-0,6	0,1
Endenergieverbrauch (%)				
Kohle	1,7	1,5	3,6	3,4
Öl	48,9	43	45,9	48,2
Gas	11	36,8	24,8	22,0
Erneuerbare und Müll	4,6	0,6	2,2	3,9
Geothermie	-	-	-	0,1
Solar/Wind/Andere	0,1	-	0,1	0,1
Strom	18,2	14	17,5	19,0
Wärme	15,7	4	5,8	3,3
Inländische Produktion / Primärenergieverbrauch				
Insgesamt	1,545	0,827	0,391	0,610
Kohle			0,68	0,482
Öl	2,356	0,093	0,035	0,439
Gas	1,833	1,676	0,187	0,615
Strom	1,076	0,861	1,004	0,991

Quelle: IEA (2006)

Nutzung von Erneuerbaren

DK	Abfall	Industrie- abfälle	Biomasse	Biogas	Biokraftstoffe	Geothermie	Solar
Nutzung insgesamt (TJ)	34575	0	30921	2785	0	1654	49
Elektrizitätswerke	0	0	0	16	0	0	0
KWK-Kraftwerke	27171	0	20770	2585	0	0	0
Heizwerke	7404	0	10151	184	0	164	49

NL	Abfall	Industrie- abfälle	Biomasse	Biogas	Biokraftstoffe	Geothermie	Solar
Nutzung insgesamt (TJ)	55459	0	17217	2421	0	0	0
Elektrizitätswerke	0	0	0	0	0	0	0
KWK-Kraftwerke	55459	0	17217	2421	0	0	0
Heizwerke	0	0	0	0	0	0	0

D	Abfall	Industrie- abfälle	Biomasse	Biogas	Biokraftstoffe	Geothermie	Solar
Nutzung insgesamt (TJ)	52251	49745	64636	38024	23	830	0
Elektrizitätswerke	0	49745	0	0	0	8	0
KWK-Kraftwerke	47563	0	64636	38024	23	0	0
Heizwerke	4688	0	0	0	0	822	0

Quelle: IEA (2006)

Stromerzeugung 2004

	DK	NL	D	IEA Europe
Energie Inputs (Mtoe)⁽¹⁾	9,1 e	21,6	144,1 e	694
Strom Output (TWh)	40,5	100,8	610	3239,2
(%)				
Kohle	46,1	26	50,5	26,1
Öl	4	2,8	1,7	4
Gas	24,7	60,5	10,1	20,3
Kernkraft	0	3,8	27,4	30,1
Wasserkraft	0,1	0,1	3,5	14,7
Andere	25,1	6,7	6,9	4,9

Steueranteil auf Ölerzeugungspreise in % (2005)

Heizöl	49,4	42,3	25,5	
--------	------	------	------	--

⁽¹⁾ beinhaltet KWK und Heizwerke

Quelle: IEA (2006)

8.6 Leitfragen für ein Experten-Interview zur ländervergleichenden KWK-Analyse

Treiber und Hemmnisse

- 1) Was ist Ihrer Meinung nach das größte Hemmnis beim Ausbau der KWK in D im Bereich
 - große KWK (Fernwärme, zentral)
 - kleine KWK (Nahwärme / Objektversorgung, dezentral)?
- 2) Was ist/war Ihrer Meinung nach der größte fördernde Faktor in D, DK, NL?
- 3) Wer sind unter den Akteuren die Bremser, wer die Treiber im Bereich
 - große KWK (Fernwärme, zentral)
 - kleine KWK (Nahwärme / Objektversorgung, dezentral)?

Rahmenbedingungen

- 4) Ist Ihrer Meinung nach die bisher unzureichende Entwicklung der KWK in erster Linie ein politisches, energiewirtschaftliches, technisches, ökonomisches oder sonstiges Problem?
- 5) Welche (politischen) Rahmenbedingungen müssten allgemein in D neu geschaffen bzw. erhaltenden werden, um die vorhandenen Potenziale möglichst weitgehend zu erschließen?
- 6) Welche konkreten Maßnahmen würden Sie zum beschleunigten Ausbau der KWK in D empfehlen:
 - kurzfristig
 - mittelfristig
 - langfristig?
- 7) Welche Gesetze (EnWG, EEG, KWKG...) müssten in erster Linie geändert werden, um verbesserte Bedingungen für KWK zu erzielen?
- 8) Welche konkreten Förderinstrumente für KWK (wie z.B. Einspeisevergütung, verbindliche KWK-Quote, Steuererleichterung...) würden Sie bevorzugen und warum?
- 9) Auf welcher Ebene (EU, Bund, Länder, Kommunen...) wäre eine Änderung der Rahmenbedingungen am wirkungsvollsten anzustreben?

Erfahrungen aus dem Ausland

- 10) Welche Politikmaßnahmen zur Unterstützung der KWK haben sich im Ausland (speziell Niederlande, Dänemark, Österreich, Finnland) bewährt bzw. haben den Durchbruch für die KWK geschaffen?
- 11) Welche von diesen Maßnahmen wären Ihrer Meinung nach auf D übertragbar, welche nicht? Begründung?

8.7 Guiding questions for an expert interview concerning a CHP analysis of different countries

Situation in the Netherlands / Denmark

- 1) Who are / have been the stakeholders driving or hampering respectively the development of CHP in the field of
 - big scale CHP (district heating, central)
 - small scale CHP (local heat)
- 2) What has been in your opinion the most important promoting factor for the sound development of CHP in the Netherlands / Denmark?
- 3) Which concrete instruments stimulating CHP development have been applied for CHP in the Netherlands / Denmark (such as feed-in tariffs, CHP quota regulations, fiscal instruments...)?
- 4) Which of the policy measures promoting CHP have led to the breakthrough of CHP in the Netherlands / Denmark?

Situation in Germany

- 5) What is in your opinion the main barrier hindering the development of CHP in Germany in the field of:
 - big scale CHP (district heating, central)
 - small scale CHP (local heat)
- 6) Which of the successful measures in your home country would be transferable to the German conditions and which wouldn't? For what reasons?
- 7) Is, in your opinion, the insufficient development of the German CHP potential primarily a political, an energy-economic, a technical or an otherwise problem?
- 8) Which political conditions in Germany would have to be created or maintained for best CHP potential developing?
- 9) Which concrete measures would you suggest in order to accelerate the extension of CHP in Germany:
 - on short-term
 - on mid-term
 - on long-term?